

Lyse Produksjon

Lysebotn II kraftverk – bruk av tunnelmasser i Lysefjorden som støttefylling og fundament for molo og småbåthavn

Vurdering av mulige virkninger for miljø og brukerinteresser i sjø

2013-12-10 Oppdragsnr.: 5121442



J04	2013.12.10	Endelig rapport	K. Sandem/ E. Førde	E. Førde	
D03	2013.12.04	Revidert utkast	K.Sandem/ E. Førde		
D02	2013.11.26	Utkast for godkjenning	K. Sa/. Fø		
A01	2013.11.13	Ufullstendig utkast for kommentar	K.Sa/E.Fø		
Rev.	Dato:	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Innhold

1	Innledning	8
1.1	Bakgrunn	8
1.2	Formål	8
1.3	Innhold og avgrensing	8
2	Metode og datagrunnlag	9
2.1	Utførte undersøkelser og fagutredninger	9
2.2	Andre viktige datakilder	9
3	Tiltaksbeskrivelse	11
3.1	Fundament/støttefylling for molo og småbåthavn - utforming og lokalisering	11
3.2	Anleggsgjennomføring	11
3.3	Beregnet Massebehov	12
4	Statusbeskrivelse	14
4.1	Området – oversiktsbeskrivelse	14
4.2	Planstatus	15
4.3	Dybdeforhold	15
4.4	Bunnforhold og sedimenter	15
4.5	Strømforhold	15
4.6	Vannkvalitet og forurensning	16
4.6.1	Vannkvalitet	16
4.6.2	Forurensning i sedimenter	16
4.7	Naturmiljø	18
4.7.1	Naturtyper	18
4.7.2	Marin fisk og pattedyr	19
4.7.3	Laks og sjørørret	19
4.7.4	Øvrig marin flora og fauna	20
4.8	Kulturminner i sjø	21
4.9	Skipstrafikk	22
4.10	Fiskeri og havbruk	23
4.11	Friluftsliv	24
4.12	Kabler og rørledninger	26
5	Virkninger og avbøtende tiltak	28
5.1	forurensede sedimenter og spredning av forurensning	28
5.2	Spredning av partikler fra sprengstein	28
5.3	Naturmiljø	29
5.3.1	Naturtyper	29
5.3.2	Marin fisk og pattedyr	29
5.3.3	Laks og sjørørret	30
5.3.4	Øvrig marin flora og fauna	30

5.4	Kulturminner i sjø	30
5.5	Skipstrafikk	31
5.6	Fiskeri og havbruk	31
5.7	Friluftsliv	32
5.8	Støy	32
5.9	Kabler og rørledninger	32
6	Referanser	33
7	Vedlegg	35
7.1	Vedlegg 1 – Rapport fra Kartlegging av forurensning i sedimenter	35
7.2	Vedlegg 2 – Kartlegging av marint biologisk mangfold	36
7.3	Vedlegg 3 – Vurdering av marinbiologiske effekter av steinmasser i Lysefjorden	37
7.4	Vedlegg 4 – Tekniske vurderinger (inkludert sjøbunnskartlegging og grunnundersøkelser)	38

Sammendrag

Lyse Produksjon planlegger bygging av nytt Lysebotn II kraftverk i Lysebotn i Forsand kommune. Utbyggingen innebærer bl.a. sprenging av nye overføringstunneler fra eksisterende magasin, samt bygging av nytt kraftverk i fjell.

Forsand kommune og lokale organisasjoner har krevd at tunnelmasser som tas ut i Lysebotn benyttes som støttefylling og fundament for ny molo og småbåthavn. Lyse Produksjon har fulgt opp dette og utarbeider en reguleringsplan for molo og småbåthavn som sendes Forsand kommune for offentlig ettersyn i desember d.å. I tillegg til godkjent reguleringsplan kreves tillatelse fra Fylkesmannen i Rogaland til deponering av tunnelmasser som støttefylling i sjø iht forurensningsforskriften, samt godkjenning fra Kystverket iht havne- og farvannsloven. Denne rapporten som beskriver miljøverdier og brukerinteresser i berørt sjøområde samt mulige virkninger av det planlagte tiltaket, er en felles bakgrunnsrapport for reguleringsplan, søknad etter forurensningsforskriften og søknad etter havne- og farvannsloven.

Utførte undersøkelser og fagutredninger

Følgende undersøkelser ble utført i 2013 for å styrke kunnskapsgrunnlaget om grunnforhold, forurensning og miljø i og ved tiltaksområdet:

- Undersøkelser av bunn- og grunnforhold, henholdsvis ekkolodding og akustisk sjøbunnskartlegging (Geomap) og grunnundersøkelser i form av boringer
- Kartlegging av mulige forurensninger i sedimentene
- Kartlegging av marint biologisk mangfold
- Undersøkelser av vegetasjonen i strandkanten

I tillegg er det utarbeidet et notat med vurderinger av mulige marinbiologiske effekter (Havforskningsinstituttet). Resultatene fra overnevnte feltarbeid, eksisterende informasjon i tilgjengelige databaser og rapporter, samt kontakt med ulike interesseorganisasjoner og ressurspersoner utgjør grunnlaget for vurderingene i denne rapporten.

Forurensede sedimenter og spredning av forurensning

Beregninger i forbindelse med miljørettet risikovurdering viser at det er knyttet akseptabel lav risiko til utlekking av forurenset porevann og spredning av forurensede partikler som følge av etablering av støttefylling på de forurensede sedimentene. Det vurderes også at økte nitrogen- og ammoniakkværdier knyttet til sprengstein vil være på et akseptabelt nivå.

Det vurderes ikke å være nødvendig med spredningsreducerende tiltak i forbindelse med utfyllingen til molo med utenforliggende støttefylling.

Spredning av partikler fra sprengstein

Den planlagte støttefyllingen og molo vil berøre 25-30 % av fjordens bredde ved strandlinjen i Lysebotn, men mindre enn 1 % av totalarealet innenfor Geitaneset. Beregnet mengde sedimentert finstoff (< 0,2 mm) i bassengområdet innenfor Geitaneset er betydelig lavere enn forventet naturlige sedimentasjonsrater per år og bidraget synes å være klart innenfor det som kan forventes av naturlig variasjon.

Naturmiljø

Basert på avstanden til registrerte naturtyper i fjorden samt det svært begrensede omfanget tiltaket vil ha i både anleggs- og driftsfase, vurderes tiltaket ikke å ha negative virkninger for viktige naturtyper.

Det er registrert gyteområde for brisling i de indre delene av Lysefjorden. Da brisling gyter i de frie vannmassene nær overflaten, og mesteparten av eggene er fordelt over sprangsjiktet, vil ikke endrede bunnforhold som følge av en eventuell dumping av stein påvirke gytesuksessen til arten i tiltakets driftsfase.

Det antas ellers at tiltaket vil ha svært små eller ingen negativ virkning på øvrig fiskefauna og sel i tiltakets driftsfase.

Hele tiltaksområdet er vurdert å være homogent uten å tilhøre noen prioritert naturtype. Deponering av masser vil altså ha liten betydning for forringelse av naturmangfoldet.

Kulturminner i sjø

I følge Stavanger Maritime museum er det ingen marinarkeologiske forekomster i tiltaksområdet og utbyggingen vil derfor ikke medføre virkninger for disse interessene hverken i anleggs- eller driftsfasen.

Området i strandsonen, som trolig er en landingsplass med tradisjoner tilbake til eldre jernalder, vil dekkes til med duk og sikres mot graving. Dette vil ivareta verdiene til lokaliteten også i anleggsfasen.

Skipstrafikk

Planlagt molo og støttefylling er lokalisert og utformet i samråd med Vegvesenet som eier av ferjekaien og NorLed som trafikkerer Lysebotn med bilferjer. Anlegget skal ikke ha negative virkninger for skipstrafikken i Lysebotn.

I anleggsfasen vil anleggsvirksomheten tilpasses slik at rutetrafikken til og fra kai ikke forstyrres eller hindres.

Fiskeri og havbruk

Påvirkningen på deler av et gyteområde for brisling i de indre delene av fjorden vil neppe ha noen innvirkning på brislingbestanden og fisket etter denne arten, da eggene legges i frie vannmasser samt at det er en relativt liten del av gyteområdet som berøres.

Området for molo og småbåthavn med støttefylling berører ikke områder der det utføres reketråling.

Låssettingsplassen innerst i Lysefjorden bør ikke benyttes til oppbevaring av fisk i perioden anleggsarbeidene gjennomføres.

Friluftsliv

I anleggsfasen vil friluftsjnteressene i Lysebotn (slik som for eksempel kortere fotturer og kajakkpadling) påvirkes negativt på grunn av støy og generell anleggsvirksomhet.

En småbåthavn eller større molo vil ikke påvirke friluftslivet negativt i driftsfasen, da området allerede framstår som utbygd. Snarere vil en større molo med tilhørende småbåthavn gi bedre forhold for småbåter som kan benyttes i friluftslivsyemed.

Kabler og rørdedninger

Det er en fiberkabel som tilhører Telenor i tiltaksområdet. Det er allerede inngått avtale med Telenor om flytting av denne før oppstart av anleggsarbeidene i sjøen. Kommunal avløpsledning i Lysebotn kan også bli berørt. I reguleringsplanen vil det bli stilt krav om utarbeidelse av teknisk plan for støttefylling, der omlegging av avløpsledning og telekabel blir inkludert.

1 Innledning

1.1 BAKGRUNN

I forbindelse med Lyse Produksjon AS sin utbygging av Lysebotn II kraftverk planlegges det å benytte mesteparten av tunnelmassene som tas ut i Lysebotn til støttefylling for molo og småbåthavn i Lysebotn. Det utarbeides egen reguleringsplan for dette tiltaket, som etter planen vil legges ut til offentlig ettersyn i slutten av desember 2013. Ved utfylling i sjø kreves også behandling etter forurensningsloven og havne- og farvannsloven.

1.2 FORMÅL

Denne rapporten vil være et vedlegg til:

- Søknad til fylkesmannen i Rogaland, jfr. forurensningsforskriftens kap. 22, om utfylling av masser i sjø
- Søknad til Kystverket, jfr. havne- og farvannslovens §27, om utfylling av masser i sjø
- Reguleringsplan for molo og småbåthavn i Lysebotn, jfr plan- og bygningslovens kap. 12.

Formålet med rapporten er å belyse mulige virkninger for miljø og brukerinteresser i sjøen ved utfylling og etablering av molo og småbåthavn. Behov for avbøtende tiltak vurderes også.

1.3 INNHOLD OG AVGRENSING

Innledningsvis i denne rapporten gis en kortfattet beskrivelse av det planlagte tiltaket. Deretter presenteres en statusbeskrivelse av sjøområdet med hensyn på natur- og miljøforhold og brukerinteresser. Mulige virkninger for disse verdiene og interessene vurderes og behov for avbøtende tiltak for å forebygge eller redusere eventuelle negative virkninger drøftes.

Rapporten omhandler forhold i sjø. I tillegg refereres krav til støy i anleggsperioden slik disse er nedfelt i miljøoppfølgingsplan for Lysebotn II-prosjektet.

2 Metode og datagrunnlag

2.1 UTFØRTE UNDERSØKELSER OG FAGUTREDNINGER

Det er utført undersøkelser av bunn- og grunnforhold i tiltaksområdet, henholdsvis ekkolodding og akustisk sjøbunnskartlegging (Vida 2013) og grunnundersøkelser i form av borer (Multiconsult 2013). Rapporter som beskriver undersøkelsene og resultatene fra disse finnes i Vedlegg 4 (Tekniske vurderinger, inkludert sjøbunnskartlegging og grunnundersøkelser).

Kartlegging av mulige forurensninger i sedimentene i planlagt deponiområde ble utført av Norconsult den 28. august 2013, ved hjelp av Van Veen grabb fra båt (Bechmann 2013) (Vedlegg 1 – Rapport fra Kartlegging av forurensning i sediment).

Kartlegging av marint biologisk mangfold av transekter i utfyllingsområdet ble utført av Norconsult den 29. august 2013 ved hjelp av ROV fra båt (Lundsør 2013) (Vedlegg 2 – Kartlegging av marint biologisk mangfold).

Undersøkelser av vegetasjonen i strandkanten nær planlagt molo/småbåthavn er gjennomført av BioFokus ved Jon T. Klepsland (Klepsland 2013).

Vurderinger av marinbiologiske effekter, herunder strømningsforhold, spredning av finstoff og innvirkning på sårbare arter og naturtyper er utarbeidet av Havforskningsinstituttet (Dahl m.fl. 2013) (Vedlegg 3 – Vurdering av marinbiologiske effekter av steinmasser i Lysefjorden).

2.2 ANDRE VIKTIGE DATAKILDER

I tillegg til de nevnte undersøkelsene og fagutredningene, baseres vurderingene og beskrivelsene i denne rapporten på informasjon fra flere ulike databaser og rapporter. I det følgende gis en kort presentasjon av det benyttede materialet.

For å beskrive den eksisterende informasjonen om naturverdiene i de indre delene av Lysefjorden er Artskart, Naturbase og DN sin elvedeltadatabase benyttet, i tillegg til data om vannkvalitet fra Vann-nett.

Fiskeridirektoratets digitale kartverktøy er benyttet for å kartlegge gyteområder for arter av kommersiell interesse, fiskeriaktivitet og havbruksaktivitet i området. For torsk er opplysningene supplert med resultater fra Havforskningsinstituttets nasjonale kartlegging av marine naturtyper samt Fiskeridirektoratets intervjuundersøkelser. Likeledes er kartverktøyet til Kystverket benyttet for å undersøke betydningen av tiltaksområdet for skipstrafikk.

Ulike organisasjoner og myndigheter har også vært kontaktet i forbindelse med innsamling av informasjon. Ressurspersoner og organisasjoner som har vært kontaktet er Telenor Norge ved Ove Fondevik, Fiskerlaget Vest ved Britt Sæle Instebø, Stavanger Turistforening ved Brita Gundersen og Preben Falck, Lysebotn Camping og NorLed ved Gaute Gangnes.

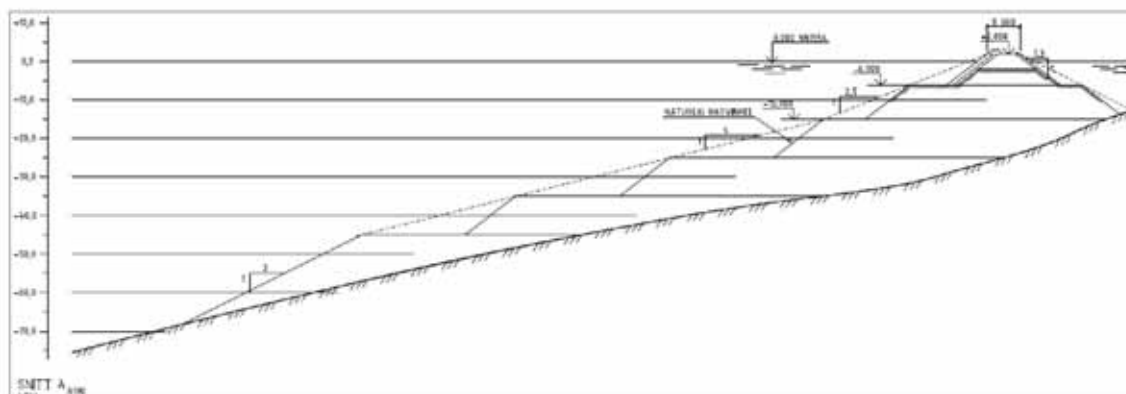
Myndigheter som har vært kontaktet er Fiskeridirektoratet ved Anne Brit Fjermedal, Kystverket ved Anne Britt Ottøy samt Forsand kommune og Fylkesmannen i Rogaland.

3 Tiltaksbeskrivelse

3.1 FUNDAMENT/STØTTEFYLLING FOR MOLO OG SMÅBÅTHAVN - UTFORMING OG LOKALISERING

Forsand kommune og lokale organisasjoner har krevd at tunnelmasser som tas ut i forbindelse med bygging av Lysebotn II kraftverk, benyttes som støttefylling og fundament for ny molo og småbåthavn i Lysebotn. Dette anlegget er planlagt lokalisert helt nord i den innerste delen av fjorden, se Figur 3-2. Det utarbeides en egen reguleringsplan for dette anlegget som sendes Forsand kommune for behandling i desember 2013.

Ved etablering av fundament for molo og småbåthavn må det legges opp til en relativt slak skråning der en starter fra yttersiden og bygger opp fyllingen i lag, med lagtykkelser på 10-15 m. Ytterste laget avsluttes med helning ca. 1:2, mens øvrige lag kan avsluttes i naturlig rasvinkel. Gjennomsnittlig skråningsvinkel er foreslått til 1:2,5 ned til kote – 15 og 1:4 videre utover, se snittegning under og i Vedlegg 4 (tegning B192). Denne slake skråningen tar høyde for et glidesjikt av sand mot bratt sjøbunn.



Figur 3-1 Snitt av støttefylling for molo. Kilde: Vedlegg 4.

Det angitte profilet har en sikkerhet mot utglidning på minst 2,0 som er et rimelig sikkerhetsnivå for slik fylling. En grundigere teknisk beskrivelse finnes i vedlegg 4. (Rapport_Sjødeponi med småbåthavn. Tekniske vurderinger. Norconsult 09.12.13)

3.2 ANLEGGSGJENNOMFØRING

Tunneldriften i Lysebotn er planlagt gjennomført i perioden 30.05.2014 til 06.11.2015, en periode på ca 1,5 år. Utsprengte masser kjøres på midlertidig anleggsveg direkte fra tunnel i Lysebotn ned til sjøen der massene tas over på lekter som legger ut massene i sjøen. Det er i utgangspunktet ikke lagt opp til mellomlagring av tunnelmasser på land. Dersom det skulle vise seg å bli behov for

mellomlagring kan det være aktuelt å benytte et areal mellom midlertidig anleggsveg og eksisterende veg like ved Lyses bygg nær sjøen. Arealbruken må i så fall godkjennes av NVE.

Utlegging av tunnelmassene starter utenfra med første lag og fører dette inn mot sjøbunn før en starter med neste lag. Det forutsettes at oppfyllingskoter kontrolleres ved ekkolodding. Støttefyllingen bygges opp til kote -4. Selve moloen bygges deretter opp med dumper/lastebil fra land uten bruk av flytebro. Det fylles da opp innefra land og utover til like over normalvannstand. Når massene er fylt ut til enden av molo i ca kt 0,5 kan man begynne arbeidet med å trimme inn kantene på molo fra platået på kt -6, til dette arbeidet vil det kreves en relativt stor gravemaskin 50-70 tonn. 3. Etter at fyllingen er trimmet inn til riktig nivå, kan man starte arbeidet med å legge ut filtermasser og starte med plastringen opp til kt 0, disse arbeidene blir startet ytterst på moloen og innover med en overlapp på alle tre aktivitetene.

Når dette arbeidet er kommet inn til land kan man fylle ut resterende masser og fullføre filtermasser og plastring til toppen av molo, det vil da bli brukt en mindre gravemaskin ca 30 tonn.

3.3 BEREGNET MASSEBEHOV

Totale mengder tunnelmasse som skal transporteres ut i forbindelse med tunneldriving i Lysebotn er beregnet til ca. 330.000 m³ teoretiske faste masser (fm). Erfaringstall tilsier en utvidelseskoeffisient på 1,73 til lagrede masser i sjødeponi, noe som gir ca. 570.000 m³ løse masser (lm) som er tilgjengelig som fundament/støttefylling for småbåthavn/molo.

Støttefylling/fundament utformes for å gi stabilt og sikkert underlag for molo hensyntatt grunnforholdene. Utforming er vist i Figur 3-2. Basert på denne løsningen som er utformet blant annet etter samråd med Forsand kommune, er det beregnet at det vil gå med ca. 400.000 m³ løst anbragte masser (lm) som fundament for molo og småbåthavn (se vedlegg 7.4 for mer detaljert beskrivelse med figurer).

Ved fylling i sjø/vann er det viktig å være oppmerksom på at det kan kreves vesentlig mer masse enn teoretisk beregnet i profilene. Dette kommer av unøyaktigheter/feil i bunnkotecart, setning i grunnen når den belastes av fyllingen, egensetting i fyllingen, usikkerhet knyttet til utvidelseskoeffisient, unøyaktigheter i beregning av volum, prosjektendringer som medfører at det sprenges ut mindre fjell enn beregnet og unøyaktighet i utlegging av massene. For å være sikker på at det er nok masser til å fullføre tiltaket på en god og sikker måte, legger prosjektet til grunn en usikkerhet på 25 %. Det vil si at tiltaket må ha tilgjengelig 500 000 m³ løst anbragte masser (lm). En utdypende beskrivelse av massebehovet i støttefyllinga finnes i teknisk rapport vedlegg 4. Prosjektet vil dermed få overskuddsmasser på minimum 70 000 m³ fra tunneldriften i Lysebotn.

Lyse Produksjon AS undersøker muligheter for alternativ bruk/deponering av overskuddsmasser i tråd med de signaler som er mottatt fra Fylkesmannen i Rogaland.



Figur 3-2 Plantegning av planlagt molo og småbåthavn med dybdekoter og støttefylling markert.
 (Kilde: Norconsult 09.12.13 – vedlegg 4)

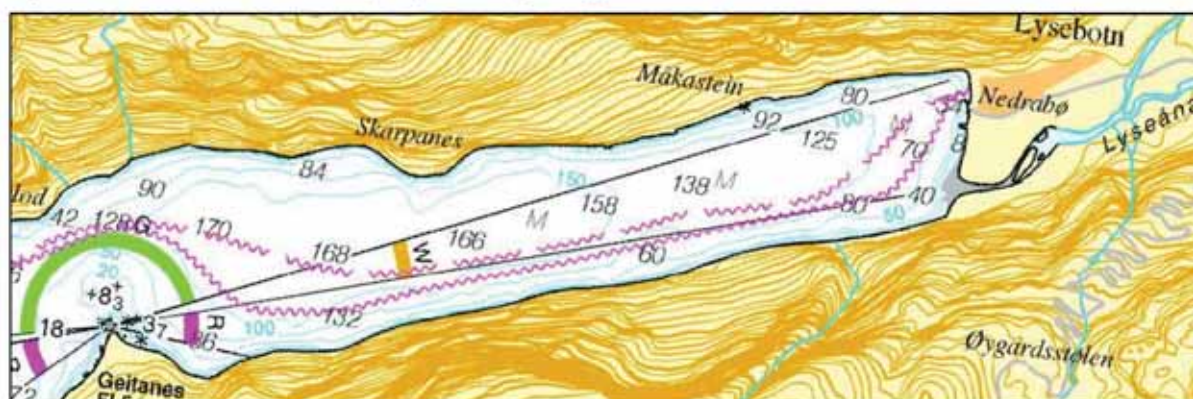
4 Statusbeskrivelse

4.1 OMRÅDET – OVERSIKTSBESKRIVELSE

Tiltaksområdet ligger innerst i den om lag 42 km lange Lysefjorden, ved tettstedet Lysebotn i Forsand kommune i Rogaland (figur 4-1).



Figur 4-1. Oversiktskart over Lysefjorden og omegn.



Figur 4-2. Dybdekart over det innerste fjordbassenget i Lysefjorden, fra Lysebotn til Geitaneset.

4.2 PLANSTATUS

Området er i kommuneplanen for Forsand 2007 – 2022, vist som «Havn – nåværende» og «Annen særskilt bruk eller vern – nåværende».

Deler av området er regulert til småbåthavn i reguleringsplan 87R01 Lysebotn – nedre del. Størstedelen av planområdet i sjøen er uregulert.

Forsand kommune har varslet planstart for en områdeplan for Lysebotn. En detaljplan for småbåthavn i Lysebotn vil bli lagt ut til offentlig ettersyn omkring årsskiftet 2013-2014.

4.3 DYBDEFORHOLD

Fjorden består av tre fjordbasseng, hvorav det minste bassenget strekker seg fra Lysebotn til en dyp terskel ved Geitaneset (figur 4-2). I dette bassenget er største dyp målt til 170 meter, mens største dyp i de to bassengene utenfor Geitaneset er 330 og 460 meter. Innerst i fjorden ved Lysebotn heller fjellssidene bratt ned i sjøen både på nord- og sørsida av fjorden, noe som gjør at hundremeters-koten er relativt nær land på begge sider av fjorden (se figur 4-2). I de midtre delene av fjorden er havbunnen flatere, og varierer fra om lag 125 til 170 meter på det dypeste.

I forbindelse med det planlagte tiltaket gjennomførte GEOMAP ekkolodding av området. Basert på disse målingene ble det laget et bunnkotekart med ekvidistanse 2 m, se Figur 3-2. Dette viser at sjøbunnen faller bratt utover, i aktuelt utfyllingsområde 1:2 til 1:4. Molo/småbåthavn med støttefylling vil berøre sjøområde innenfor dybdeintervallet 0 – 90 m, se ellers rapport fra Finborud m.fl. 2013.

4.4 BUNNFORHOLD OG SEDIMENTER

Det ble gjennomført undersøkelser av bunn- og sedimentforhold i Lysefjorden sommeren 2013 (Multiconsult 2013). Undersøkelsene ble utført med borebåten Borecat i løpet av en uke i august. Det ble utført 12 totalsonderinger. Utstyret gir informasjon om lagdeling i grunnen og kan benyttes til påvisning av berg. I tillegg ble det tatt prøver fra 3 punkter med 54 mm prøvetakingsutstyr.

Sonderingene viste at grunnen er relativt ensartet i hele området. Alle sonderinger viste jevnt økende sonderingsmotstand under sjøbunnen. Fast grunn er for det meste 5-10 m under sjøbunnen. Løsmassene består stort sett av sand, grus og stein. Det ble ikke registrert lag som kan indikere leire/siltlag av betydning. For ytterligere informasjon om bunnsedimentene og prøvetakingen henvises det til rapport om grunnundersøkelser (Multiconsult 2013 (vedlegg 3 i rapport om tekniske vurderinger fra Norconsult)).

4.5 STRØMFORHOLD

Vannutskiftingen i Lysefjorden er svært begrenset på grunn av topografiske forhold. Innløpet til fjorden er grunt, med et terskeldyp på 13 meter. Innenfor terskelen er et stort og dypt basseng der største dyp er målt til 450 meter. Det er dermed svært sedimenterende forhold i det stagnerende bunnvannet, slik at det kan forventes at masser som dumpes i sjøen vil sedimenteres relativt raskt på grunn av vannets lange oppholdstid.

Forskjellene i tidevann i Sør-Norge er som regel lite og øker mot nord. Forskjellen vil også være mer begrenset lenger inn i fjordene. Tidevannsforskjellen i Lysebotn mellom middel høyvann og middel lavvann er 35 cm, men ved ekstreme forhold kan amplituden være langt større. Forskjellen mellom middel spring høy og lavvann er målt til 50 cm (Johnsen m.fl. 2008). Lyseelvas utløp kan

forventes å påvirke strømningsforhold i de nærmeste deler av fjorden. Dette vil imidlertid være lokalt og kun påvirke vannlaget over sprangsjiktet.

Lyseåna og andre bekker/elver bidrar til at overflatelaget i fjordens indre deler karakteriseres som brakkvannslag.

I tillegg til ferskvann bidrar Lyseåna til en viss sedimentering av finstoff. Fra undersøkelser i en rekke fjorder på Sørlandet er det beregnet at årlig sedimentert materiale varierer fra 300–4300 g/m² år⁻¹. Den gjennomsnittlige sedimenteringen i bassenget innenfor Geitaneset er beregnet å ligge i nedre del av denne skalaen, og gjennomsnittlig beregnet sedimentering innenfor Geitaneset tilsvarer 0,5 mm/år⁻¹.

4.6 VANNKVALITET OG FORURENSNING

4.6.1 Vannkvalitet

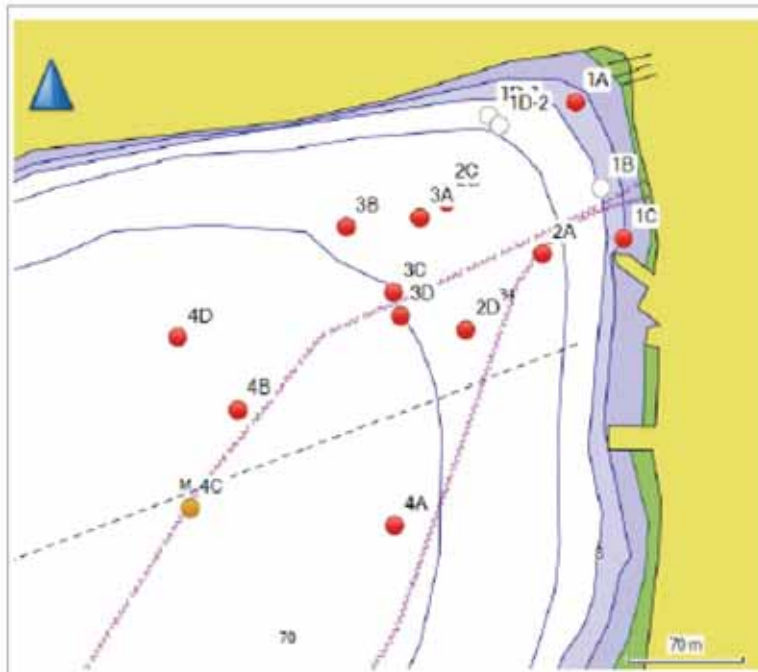
Basert på strømmålinger ved Geitaneset er det beregnet en oppholdstid på vannet mellom 5-15 meters dybde på fem til syv dager (Aure m.fl. 2007). Brakkvannslaget over dette mellomlaget vil ha en vesentlig kortere oppholdstid, mens det mer stagnerende bassengvannet under mellomlaget vil kunne ha en oppholdstid på flere år. Den økologiske tilstanden til de indre delene av Lysefjorden er vurdert som *dårlig* på grunn av dårlig oksygenutskiftning i de dypere vannlagene (Vann-nett). Imidlertid er Lysefjorden trolig nært naturtilstanden, og bør således karakteriseres til å ha «god økologisk status», altså svakt avvikende fra naturtilstanden for fjorden (Johnsen m.fl. 2008).

I 2007 ble siktedypet ved fem stasjoner i Lysefjorden målt til 8-10 meter, noe som tilsvarer *meget* god status (Johnsen m.fl.2008).

4.6.2 Forurensning i sedimenter

I august 2013 foretok Norconsult undersøkelser av forurensning i sedimentene i tiltaksområdet. Undersøkelsesmetodikk og resultater er beskrevet i egen rapport, Bechmann 2013.

Det ble det tatt grabbprøver fra en rekke prøvepunkter ved og utenfor planlagt molo (figur 4-3), som senere ble analysert for å undersøke graden av forurensning i sedimentene. Prøvepunkt 1-3 er i området som påvirkes direkte av utfylling til molo (Bechmann 2013).



Figur 4-3. Prøvepunkt for sedimentprøvetaking i august 2013. Røde sirkler er stikk det er tatt prøver fra, hvite sirkler er stikk der det ikke var mulig å ta prøver, mens oransje er der det var sediment men umulig å få akseptable mengder i grabben.

Konsentrasjoner av forurensende stoffer i sedimentene sammenlignes med grenseverdier for tilstandsklasser utarbeidet av Miljødirektoratet, der miljømålet er satt mellom «moderat» og «god» kjemisk/biologisk tilstand. Beskrivelse av de ulike tilstandsklassene er vist i tabell 1. Ved konsentrasjoner i tilstandsklasse III eller dårligere må det gjennomføres en risikovurdering før eventuell gjennomføring av tiltak (Bechmann 2013).

Tabell 1. Klassifiseringssystem for metaller og organiske miljøgifter (Klif 2008).

Tilstandsklasse	I	II	III	IV	V
Beskrivelse avtilstand	Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Sært dårlig
Betingelser	Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids-eksponering	Akutt toksiske effekter ved korttids-eksponering	Omfattende akutt-toksiske effekter

Det ble påvist PCB i tilstandsklasse III (moderat) i prøve 1, nærmest land. Det ble videre påvist TBT (tributyltinn) i tilstandsklasse III i prøve 1, 2 og 3. Indeno (1,2,3-cd)pyren ble påvist i tilstandsklasse III i prøve 3 og i tilstandsklasse IV (dårlig) i prøve 2 og 4. Benzo(ghi)perylen ble påvist i tilstandsklasse III i prøve 1 og tilstandsklasse IV i prøve 2, 3 og 4 (Bechmann 2013).

Det er dermed overskridelser av grenseverdier for PAH-forbindelser i alle prøvene, samt konsentrasjoner av TBT over grenseverdi i prøvene 1, 2 og 3. Det er overskridelser av grenseverdi i prøvene som dekker området for moloutfylling (Bechmann 2013). Det ble derfor gjennomført en

miljørettet risikovurdering, som gjennomgås i kapittel 5.1. For mer detaljerte resultater fra sedimentanalysene henvises det til Bechmann (2013).

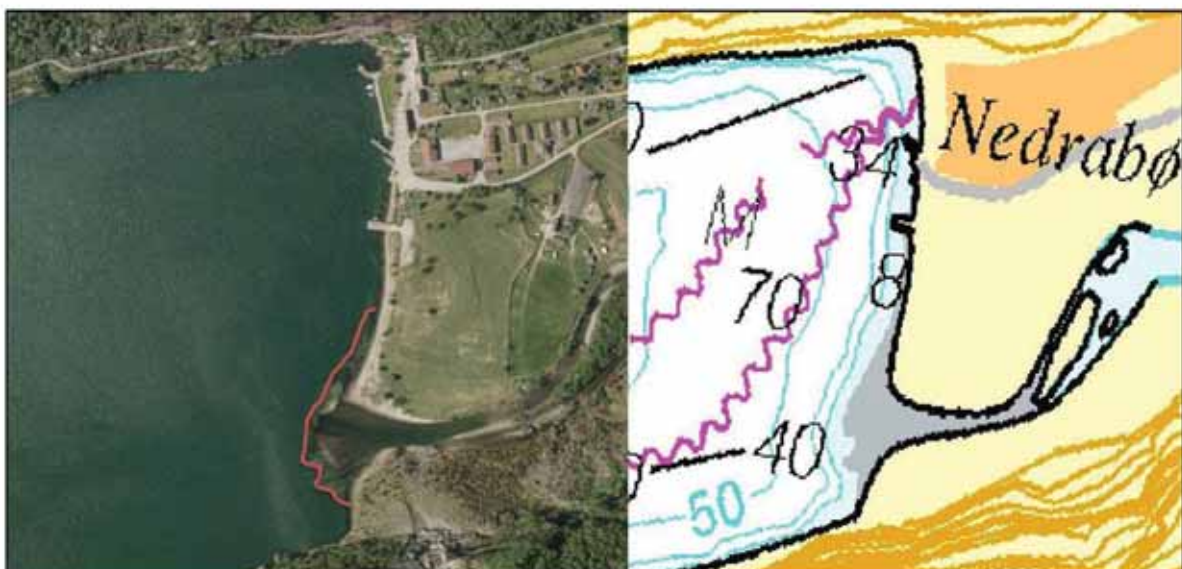
4.7 NATURMILJØ

4.7.1 Naturtyper

I Direktoratet for naturforvaltning sin database Naturbase er hele Lysefjorden registrert som viktig naturtype «*Sterke tidevannsstrømmer*» (Naturbase 2013). Imidlertid blir dette en for grov geografisk avgrensning, da de indre delene av Lysefjorden har lav amplitude og liten faseforskjell mellom tidevannsbølger. Følgelig kan naturtypen sterke tidevannsstrømmer i Lysefjorden bare defineres til terskelområdet ved innløpet av fjorden, og følgelig faller tiltaksområdet utenom naturtypen (Dahl m.fl. 2013).

Utløpsområdet til Lyseåna er av DN definert som naturtype «*elvedelta*», der lokaliteten har navnet «*Lyseånas utløp i Lysefjorden*». Naturtypen er viktig fordi brakkvannsdeltaer ofte er store, høyproduktive våtmarker/flommarker, og har derfor stor betydning for fuglelivet, spesielt i trekktidene, men også til andre tider på året. Deltaene huser en stor variasjon av naturtyper som ellers kan være sjeldne eller fraværende i regionen. Det kan for eksempel stedvis opptre sjeldne plantearter knyttet til blant annet strandenger, brakkvannspoller og flommarkskog.

Bortsett fra at det opplyses om at vassdraget er anadromt samt at det forekommer kobbe i fjord og elvemunning er det ikke beskrevet noen form for spesielle marine verdier eller viktige funksjonsområder for fugl for lokaliteten, ei heller for flora. I faktaarket til lokaliteten foreligger det ingen klart definert geografisk avgrensning. På generell basis opplyses det imidlertid om at en lokalitets ytteravgrensning i sjøen settes der marbakken kan identifiseres (Elvedeltadatabasen 2013). Gruntområdene utenfor Lyseånas munning er av begrenset størrelse, og selve deltaflaten anslås bare å gå noen titalls meter utenfor elvemunningen. Tiltaksområdet er således planlagt om lag 250-400 nord for elvedeltaets nordlige avgrensning.



Figur 4-4. Vurdering av størrelse på deltaområdet ved utløpet av Lyseåna, basert på flyfoto og sjøkart.

Strandsonen som vil berøres av planlagt molo/småbåthavn er allerede i stor grad preget av fyllmasser og anlegg i form av brygger, plen, molo og utkjøringsrampe av betong. En ca 10 meter bred sone med grusstrand gjenstår likevel, men vegetasjonen er forholdsvis triviell med bare et fåtall typiske arter for havstrender slik som strandrug, åkerdylle, strandkvann, vendelrot, hundekjeks og krushøymole. Strandsonen er dessuten smal og går raskt over i terrestrisk engvegetasjon preget av nitrofile ugrasarter med krypsoleie, engsyre, hvitkløver, løvetann m.fl. (Klepsland 2013).

4.7.2 Marin fisk og pattedyr

Det er registrerte gytefelt for brisling i Lysefjordens indre deler, det vil si fra noe utenfor Geitaneset til Lysebotn (Fiskeridirektoratet 2013). Brisling gyter pelagisk nær overflaten i perioden fra januar til slutten av juli, der hovedvekten av gytingen på Sør- og Vestlandet foregår i april-juni.

I forbindelse med «Nasjonal kartlegging av marine naturtyper» undersøkte Havforskningsinstituttet gytefelt for torsk i Lysefjorden i mars 2013. Basert på resultatet av denne kartleggingen samt Fiskeridirektoratets intervjuundersøkelser vil det ikke bli rapportert om gytefelt for kysttorsk i Lysefjorden (Dahl m.fl. 2013).

Det er kjent at det forekommer kobbe i de indre fjordområdene. I Naturbase er de nærmeste rasteområdene for steinkobbe registrert om lag ni km fra munningsområdet (Naturbase 2013).

4.7.3 Laks og sjørret

Lyseåna er lakseførende i om lag fem km, i tillegg til en km i sideelva Stølsåna. Laksebestanden i elva ble karakterisert som truet på grunn av forsurening midt på 1990-tallet. Siden 2000 har det pågått kalking i elva, og fangstene av spesielt laks har økt markant fra slutten av 1990-tallet fram til i dag. De senere årene har total fangst av laks ligget på i overkant av 100 kg.

Tidspunkt for smoltutvandringen for anadrom fisk i Norge styres i stor grad av vanntemperatur, og utvandringen starter derfor tidligst i Sør-Norge og inntre seinere lenger nord. Felles for alle lokaliteter er likevel at hovedvekten av all smoltutvandring foregår i en relativt kort periode om våren/forsommeren. I Suldalslågen, som er beliggende under fem mil nord for Lyseåna, foregikk i 2004 majoriteten av laksesmoltutvandringen i perioden 15.april til 14.mai. Innenfor denne perioden initierte økt vannføring utvandring. Sjørrettsmolten viste omtrent det samme bildet, der hovedvekten av smolten utvandret i perioden 15.april til 20.mai (Saltveit 2004). Tidspunktet for smoltutvandring viser samme mønster i Imsa (Jonsson & Ruud-Hansen 1985), som ligger på omtrent samme breddegrad som Lyseåna. Disse utvandringstidspunktene antas derfor å være representative for Lyseåna.

Bevegelsesmønsteret til laksesmolten er preget av aktiv svømming i den første saltvannsfasen (Lacroix m. fl. 2005), og den svømmer nært overflaten (Lacroix m.fl. 2004). Studier har vist at postsmolt av laks i gjennomsnitt bruker 5,6 dager på å passere de første 48 km i saltvann (Thorstad m.fl. 2007). Laksesmolten har altså en relativt målrettet svømmeadferd etter at den ankommer sjøen.

Tidspunkt for oppvandring av gytefisk er spredd over et større tidsrom enn for utvandring. Generelt vil de første fiskene ankomme elva sen vår/tidlig sommer og de siste fiskene vil komme på senhøsten. Hovedmengden av laks kommer også i de fleste tilfeller før hovedmengden av sjøørret.

Det er utvidet fredningssone for anadrom fisk utenfor Lyseelva. Dette er en hjemmel Fylkesmannen har dersom det ønskes restriksjoner på utøvelse av fiske, ut over de generelle bestemmelsene med fredning 100 meter fra elveutløp utenom fisketiden for vassdraget. Den utvidede fredningssonen er beskrevet i «Forskrift om fredningssoner og nedsenking av garn i sjø, Rogaland» (Lovdata 2013). For Lysefjorden gjelder følgende:

«Frå og med 15. april til og med 15. oktober gjeld særskilde reglar for fiske i sjøen innanfor fredningssonene omtala under § 4: Lyseelva: Innanfor ei line tvers over fjorden 1 km utanfor elvemunningen 32VLL 364125/6548675 – 364125/6548050 (1965)».

4.7.4 Øvrig marin flora og fauna

I Lysefjorden finnes den sørligste relikte bestanden av haneskjell (*Chlamys islandica*), som er et kamskjell med arktisk utbredelse (Dahl m.fl. 2013). De fleste observasjonene av arten gjort i Lysefjorden er fra fjordens ytre deler, mens det er gjort én observasjon av haneskjell og kjempesilskjell ved Geitaneset.

Ellers er det kjent at det finnes mye svamper i slektene *Geodta sp.* og *Phakelia sp.* i Lysefjordens ytre deler, mens det også er observert ikke-navngitte svamper innenfor Geitaneset (pers.medd. fra Erling Svensen til Dahl. m.fl. 2013). Det er ikke kjente observasjoner av koraller i Lysefjorden innenfor dykkerdyp. Det kan derimot ikke utelukkes at det finnes koraller på dypere vann i fjorden, da fjordens karakter ligner på fjorder hvor det er kjente korallforekomster (Dahl m.fl. 2013).

I 2007 ble det tatt bunndyrprøver fra havbunnen flere steder i Lysefjorden, blant annet utenfor Geitaneset. Prøvene herfra viste en svært sparsom bunndyrfauna, med kun seks påviste arter hvorav alle var arter som viser høy toleranse mot lavt oksygeninnhold (Johnsen m.fl. 2008).

For å bedre kunnskapsgrunnet om biologisk mangfold på sjøbunnen i tiltaksområdet, ble det i august 2013 gjennomført en kartlegging av marin fauna ved hjelp av ROV fra båt. Figur 4-5 viser det undersøkte området (Lundsør 2013).



Figur 4-5. Undersøkt område i planområdet. Punktene Lys 1-4 ble filmet rundt punktet, mens punktene T5-T10 er startpunkt for videotransekter som er markert med grønn linje (Lundsør 2013).

Arter som ble observert under kartleggingen var kråkeboller, krabber, eremittkreps og gravende skjell. Det ble observert o-skjell og kuskjell enkeltvis, som sammen med observasjoner av sandmark o.l. tyder på et normalt bunnmiljø. Det ble ikke registrert fokusarter som haneskjell, koraller eller svamper på lokaliteten.

Tare ble observert fra 10-12 meters dyp, mens andre makroalger ikke vokste dypere enn ca en meter. Dette skyldes den bratte skråningen som gjør at de skygger for hverandre slik at lystilgangen lenger ned blir svært begrenset. Både taren og makroalgene som ble observert var svært tilslammet (Lundsør 2013).

For ytterligere informasjon om bunnfaunaen i tiltaksområdet henvises det til notatet «Kartlegging av marint biologisk mangfold i Lysefjorden» (Lundsør 2013).

4.8 KULTURMINNER I SJØ

Stavanger Maritime Museum har gjennomført befaringer i Lysebotn for å avklare om planene for molo og småbåthavn med støttefylling kunne medføre konflikter med marine kulturminner. Det ble ikke påvist funn av marine kulturminner i sjøen (Elvestad, E. 2013).

I forbindelse med befaringen ble det derimot pekt på at det er svært sannsynlig at planen ville berøre en landingsplass som nokså sannsynlig har tradisjoner tilbake til eldre jernalder. Strandsonen innenfor den eksisterende moloen ble vurdert som den mest beskyttede landingsplassen i Lysebotn, og er den siste delen av den opprinnelige stranden som ikke er utfylt. For å bevare den siste resten av opprinnelig strandsonen som knytter de gamle ferdselsårene

gjennom dalen til sjøen, anbefalte Stavanger Maritime Museum at området på land ble beskyttet i reguleringsplanen som utarbeides for området. Dette er fulgt opp og er kort omtalt i kap. 5.4.

4.9 SKIPSTRAFIKK

Det er avmerket biled for skip langs hele Lysefjorden inn til Lysebotn (figur 4-6) (Kystverket 2013). Trafikktettheten av skip i Lysefjorden betegnes som lav (figur 4-7) (Kystverket 2013).

Kolumbus Rogaland Kollektivtrafikk har helårs hurtigbåtankomst- og avganger fra Lysebotn en gang om morgenen alle hverdager. Om sommeren (14. juni til 18. august) er det to ankomst- og avganger alle hverdager samt en lørdagsavgang i tillegg til nevnte helårsrute. Likeledes er det to ankomst/avganger vinterstid. Den ene av disse går hver dag unntatt lørdag, mens den andre kun går på fredag og søndag (www.kolumbus.no).

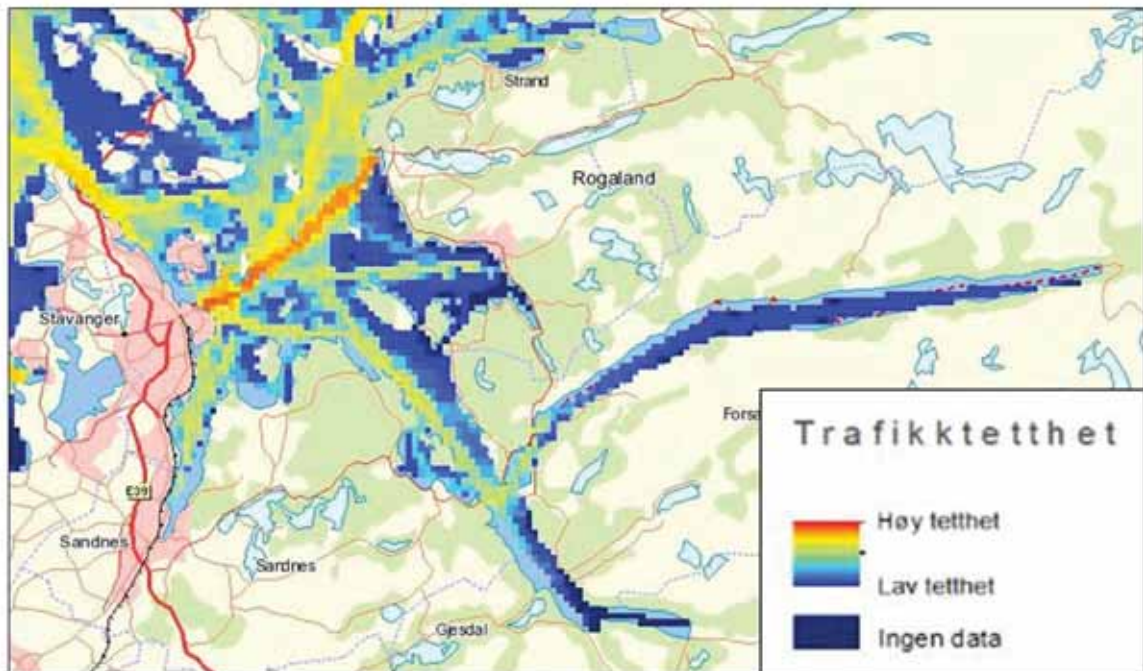
Om sommeren trafikkerer NorLed med turistbilferje på Lysefjorden, fra Lauvik til Lysebotn. Ferja går en gang per dag, og i 2013 varte sesongen fra 14. juni til 18. august (<http://fjordcruise.norled.no>). Lysebotn er et viktig turistmål sommerstid, og en stor del av de over 120 000 tilreisende tar turistferja (www.ryfylke.com).

Etter samtaler med NorLed ved regionsjef Gaute Gangnes er lokalisering og dimensjonering av molo og småbåthavn utført med hensyn på NorLeds største ferjer i denne trafikken. Det innebærer at det sikres en dybde der ferja skal gå på minimum 6 m ved middelvannstand og at en plastrer bunnen i dette området med større stein for å sikre stabile bunn- og dybdeforhold.

Det har videre vært drøftinger med Statens Vegvesen som eier ferjekaien i Lysebotn (Longfjeld, L. 2013). Løsningen som ligger til grunn for denne søknaden er utformet i tråd med vegvesenet sine innspill og krav. Dette innebærer bl.a. en løsning som sikrer avstand fra ferje ved kai til ledestolper langs molo/småbåthavna på minimum 15 m.



Figur 4-6. Farleder for skip, der den blåstiplede linja indikerer biled (Kystverket 2013).



Figur 4-7. Trafikktettheten av skip i deler av Rogaland i perioden fra januar til desember 2011 (Kystverket 2013).

Det er ingen registrerte ankringsområder i de indre delene av Lysefjorden (Kystverket 2013).

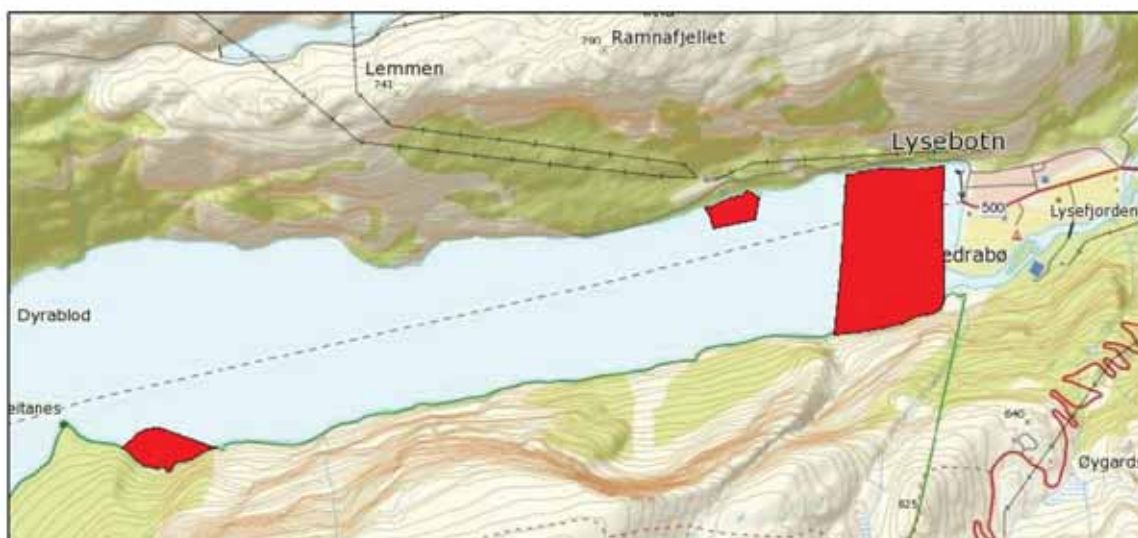
4.10 FISKERI OG HAVBRUK

Det foregår sporadisk fiske etter brisling i hele fjorden (Dahl m.fl. 2013).

I Fiskeridirektoratets database er det registrert trålefelt for reke i flere mindre områder i indre deler av Lysefjorden, der nærmeste trålfelt til Lysebotn er om lag en km fra strandlinjen, jfr Figur 4-10.

Det er registrert låssettingsplass for brisling, makrell og sild rett utenfor Lysebotn (figur 4-8) (Fiskeridirektoratet 2013), og bruksfrekvensen på slike varierer fra år til år (Fjermedal pers. medd.). Låssettingsplassen innerst i Lysefjorden bør ikke benyttes til oppbevaring av fisk i anleggsperioden.

Dataene fra Fiskeridirektoratets kartverktøy ble gjennomgått i 2012, og betraktes således som gjeldende (Fjermedal pers. medd.).



Figur 4-8. Låsettingsplasser i indre deler av Lysefjorden. Data er hentet fra Fiskeridirektoratets digitale kartverktøy den 24. juli 2013.

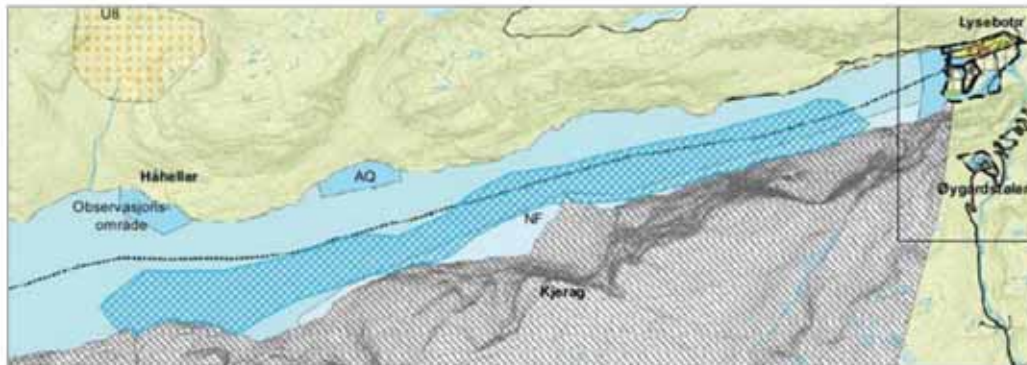
Det er ikke registrert havbruksvirksomhet i de indre delene av Lysefjorden (Fiskeridirektoratet 2013; Kystverket 2013).

4.11 FRILUFTSLIV

Lysebotn er et populært område for friluftslutøvere, bl.a. som utgangspunkt for fjellturer, fritidsbåtbruk og spenningsaktiviteter (som f.eks basehopping). Det finnes en liten småbåthavn i Lysebotn i dag, se Figur 4-9 og Figur 4-11. Lysebotn er også et viktig turistmål og de aller fleste turistene benytter ferjeforbindelse langs Lysefjorden. Ferjekaien er vist midt i bildet i Figur 4-9.



Figur 4-9 Lysebotn med dagens molo og småbåthavn til venstre. Midlertidig anleggsveg er under bygging. Foto: Astrid Norland



Figur 4-10 Utsnitt av kommuneplanens arealdel Forsand kommune (2007-2022). Lysest blå med NF er vannareal for allment friluftsliv. Skravur viser områder for tråling.

Stavanger Turistforening driver et overnattingssted i området, og overnattingsstedet er utgangspunkt for turer til Kjærag og til hyttene som har start ved Nilsebudammen. I tillegg opplyses det om at området langs stranden og elva benyttes til mindre turer i nærområdet (Gundersen pers. medd.). Typisk benyttes områdene nær kaia og det øvrige planlagte tiltaksområdet av bobilturister med begrenset tid i Lysebotn, eller fergeturister som velger å tilbringe noen små timer i området (Falck pers. medd.).

Om sommeren arrangeres blant annet guidede kajakkturet i Lysebotn, og det er firmaet Big Wall Kayaking som står for driften av dette (www.ryfylke.com; Gundersen pers. medd.).

I tillegg til friluftslivet tilknyttet sjøen foregår det noe sportsfiske etter laks og sjøørret i Lyseåna.

Det er ingen nærliggende områder som er registrert som statlig sikra friluftsområder i Naturbase (Naturbase 2013). Kommuneplanens arealdel viser vannarealer for allment friluftsliv langs sørsiden av Lysefjorden, se Figur 4-10.



Figur 4-11 Lysebotn med eksisterende småbåthavn midt i bildet og ferjekai til høyre i bildet. Foto: Astrid Norland

4.12 KABLER OG RØRLEDNINGER

Telenor eier og driver en fiberkabel i Lysefjorden med landtak i Lysebotn, se Figur 4-12. Den siste strekningen fram til landtaket passerer gjennom området der molo og småbåthavn er planlagt.



Figur 4-12 Trase for Telenors fiberkabel i Lysefjorden (Kilde: Telenor 2013)

Det har vært møter og drøftinger med Telenor angående forhold til fiberkabelen. Det er inngått avtale med Telenor om at kabelen flyttes på den aktuelle strekningen slik at landingspunktet blir sør for eksisterende pælekai. Dette gjennomføres våren 2014.

Avløpsanlegg for bebyggelsen i Lysebotn har også utløp i Lysefjorden i området der molo/småbåthavn planlegges. Det vil utarbeides en detaljplan der ny avløpsledning planlegges på støttefyllingen.

5 Virkninger og avbøtende tiltak

5.1 FORURENSEDE SEDIMENTER OG SPREDNING AV FORURENSNING

Beregninger i forbindelse med miljørettet risikovurdering viser at det er knyttet akseptabel lav risiko til utlekking av forurenset porevann som følge av etablering av støttefylling på de forurensede sedimentene (Bechmann 2013).

Det er liten risiko for spredning av forurensede partikler fra sedimentene til potensielt mindre forurensede områder fordi kun en liten del av utfyllingen er på vanddyp grunnere enn terskeldyp (Bechmann 2013).

Nitrogen knyttet til sprengstein vil føre til konsentrasjoner over tilstandsklasse II i et volum utenfor utfyllingsområdet (Bechmann 2013). Dette anses som akseptabelt siden nitrogen ikke er direkte giftig og tidligere undersøkelser har vist at det er lave konsentrasjoner av fosfor i fjorden (Johnsen m.fl. 2008) og dermed lite potensial for algeoppblomstring som følge av tilført nitrogen (Bechmann 2013).

Vannvolumet som påvirkes av konsentrasjoner over anbefalt konsentrasjon for ammoniakk er mye mindre enn for total nitrogen og vurdert som akseptabelt i tiltaksperioden (Bechmann 2013).

Det vurderes ikke å være nødvendig med spredningsreducerende tiltak i forbindelse med utfyllingen til molo med utenforliggende utfylling eller for utfylling til dypvannsdeponi (Bechmann 2013).

5.2 SPREDNING AV PARTIKLER FRA SPRENGSTEIN

Sedimentering av finstoff-fraksjonen vil hovedsakelig skje i bassengområdet innenfor Geitaneset som er omlag 5 km². Forutsettes en jevn fordeling av sedimentert finstoff til bunn i dette området, vil den daglige produksjonen av 36 tonn finstoff tilsvare sedimentering av 7,2 g m⁻² dag⁻¹. Basert på oppgitt daglig deponering av 3000 m³ steinmasser tar det 243 dager å deponere all masse. Det er oppgitt at deponeringen vil skje over om lag to år slik at den årlige deponering da blir 880 g m⁻² (Dahl m.fl. 2013).

Av kunnskap om sedimentering av mineralsk fraksjon i norske fjorder er undersøkelser av Husum og Alve (2006) og Alve, E (personlig meddelelse til Dahl m.fl. 2013) fra en rekke fjorder på Sørlandet vurdert som relevant siden det her er tilbakekalkulert sedimentering omlag hundre år. Basert på datering av kjerneprøver varierer total årlig sedimentert materiale i skala 300-4300 g m⁻² år⁻¹. Av dette utgjør organisk karbon 4-6 %. Den gjennomsnittlige sedimentering fra finstoffet til bassenget innenfor Geitaneset ligger i nedre del av dette, også tatt i betraktning nærheten til

Lyseåna, som er den viktigste kilden for naturlig mineralsk stoff. Undersøkelser i fjorder påvirket av breslam viser sedimenteringsrater fra 10-20 cm år⁻¹ ved utløpets elvedelta, 4 mm år⁻¹ i avstand 2.2 km fra elvedelta til 1,2 mm år⁻¹ i avstand 6.6 km (se Aarseth 1997). Den gjennomsnittlige beregnede sedimentering i bassenget innenfor Geitaneset tilsvarer 0,5 mm år⁻¹ (Dahl m.fl. 2013).

Forutsettes det at hele den beregnede finstoff-fraksjon sedimenterer i bassenget innenfor Geitaneset er dette på et nivå i nedre del av det som naturlig sedimenterer. En del av finstoff-fraksjonen vil transporteres utover forbi Geitaneset og spres, mens en betydelig del vil sedimentere i nærområdet hvor naturlig sedimentering er svært høy. Det vurderes slik at bidraget fra finstoff fraksjonen fra tiltakene knyttet til deponeringen de to årene aktiviteten er planlagt, er av beskjeden karakter sett i forhold til naturlig sedimentering av mineralske partikler i fjorder. Det bør også nevnes at indre del av Lysefjorden årlig er utsatt for steinras med påfølgende spredning av finstoff som sannsynligvis overstiger den naturlige variasjonen i upåvirket fjord. Havforskningsinstituttet hadde sommeren 2011 instrumenter i fjorden (1 km fra Lysebotn) som over tid målte turbiditet (konsentrasjon av partikler) i 7 meters dyp. Det ble registrert korte perioder med høye verdier knyttet til ras-hendelser på andre siden av fjorden (Dahl m.fl. 2013).

En samlet vurdering av det beskrevne tiltaket viser at deponert masse vil berøre 25-30 % av fjordens bredde ved strandlinjen i Lysebotn, men eksempelvis mindre enn 1 % av totalarealet innenfor Geitaneset. Beregnet mengde sedimentert finstoff (< 0,2 mm) i bassengområdet innenfor Geitaneset er betydelig lavere enn forventet naturlige sedimentasjonsrater per år og bidraget synes å være klart innenfor det som kan forventes av naturlig variasjon. Tiltaket bør også sees i lys av at Lysefjorden årlig er utsatt for steinras, som sannsynligvis tilfører konsentrasjoner av finstoff, som overgår den naturlige variasjonen i upåvirket fjord (Dahl m.fl. 2013). Disse faktorene, kombinert med at bunnfaunaen i tiltaksområdet ikke innehar spesielle verdier eller kvaliteter, medfører at det forventes svært små konsekvenser knyttet til en eventuell anleggelse av småbåthavn og dumping av resterende steinmasser.

5.3 NATURMILJØ

5.3.1 Naturtyper

Naturtypen «sterke tidevannsstrømmer» sammenfaller ikke med de hydrologiske forholdene i Lysefjordens innerste deler, og tiltaket vil således ikke påvirke denne naturtypen.

Tiltaksområdet er lagt utenfor det man kan kalle for den praktiske deltasonen i naturtypen «elvedelta», slik at tiltaket i driftsfasen ikke vil direkte påvirke kvalitetene til deltaet i Lyseåna med tilhørende munningsområde (se for øvrig figur 4-4).

Basert på avstanden til de to overnevnte naturtypene samt det svært begrensede omfanget tiltaket vil medføre i både anleggs- og driftsfase (se delkapittel «generelt»), vurderes tiltaket ikke å ha negative virkninger for naturtypene.

5.3.2 Marin fisk og pattedyr

Siden brisling gyter i de frie vannmassene nær overflaten, og mesteparten av eggene er fordelt over sprangsjiktet, vil ikke endrede bunnforhold som følge av en eventuell dumping av stein påvirke gytesuksessen til arten i tiltakets driftsfase. I anleggsfasen vil de innerste delen av gyteområdet til brisling i fjorden påvirkes av utfyllingen, men dette utgjør en svært liten del av det totale gyteområdet (Bechmann 2013). Påvirkningen i driftsfasen vil være uten betydning for brislingbestanden i fjorden.

Steinkobbe vil trolig holde seg på noe avstand fra tiltaksområdet i perioder med mye anleggsvirksomhet. Dersom selen beiter på anadrom fisk i Lyseånas munningsområde kan tiltaket muligens medføre noe reduserte beiteområder for steinkobben. Dersom dette er tilfelle vil da derimot anadrom fisk få redusert predasjon i samme periode. For øvrige beitedyr, som for eksempel sei, hyse, torsk og sild/brisling, vil trolig ikke tiltaket medføre beslaglegging av viktige beiteområder verken i anleggs- eller driftsfase. Oppgitte rasteplasser for steinkobbe er tilstrekkelig langt unna tiltaksområdet til at anleggsvirksomhet ikke vil ha noen negative virkninger på disse. Tiltaket vil ikke påvirke kystselens livsgrunnlag og biotop i driftsfasen.

5.3.3 *Laks og sjørret*

Ved å unngå å dumpe masser i perioden for smoltutvandring vil ikke dumpingen påvirke overlevelse til laksesmolt. Det er vanskeligere å si med sikkerhet at sjørretsmolt og eldre sjørret ikke kan bli påvirket negativt av anleggsvirksomheten, da sjørret oppholder seg i fjordområdene i hele sjøfasen.

Det er nærliggende å tro at fartøyene som brukes i arbeidet vil kunne ha en skremseffekt på større sjørret (og eventuelt villaks på tilbakevandring) slik at direkte skader av massedeponering på fisk trolig vil være av liten betydning. Dersom deponeringen medfører periodevis sterkt økte konsentrasjoner av partikler utenfor elvemunningen, vil et viktig avbøtende tiltak for å unngå konflikter med anadrom fisk være bruk av siltgardin i kritiske perioder. Dette vil kunne redusere partikkelspredning vesentlig.

5.3.4 *Øvrig marin flora og fauna*

Hele tiltaksområdet er vurdert å være homogent uten å tilhøre noen prioritert naturtype. Deponering av masser vil altså ha liten betydning for forringelse av naturmangfoldet, men det vil like fullt endre habitatet. Sprengsteinsfylling på grunnere vann enn 20 meter vil kunne danne grunnlag for etablering av taresamfunn. Den nye overflaten vil trolig i hovedsak ligge på minimum 25 meters dyp, og det er derfor sannsynlig at det vil etableres et bunnmiljø tilsvarende dagens bunnmiljø i de bratte helningene med steinete bunn (Lundsør 2013).

Avstanden til områder der det er observert haneskjell vurderes som stor nok til at de ikke påvirkes av tiltaket (Lundsør 2013).

For ytterligere informasjon om tiltakets forventede konsekvens på bunnfaunene henvises det til notatet «Kartlegging av marint biologisk mangfold i Lysefjorden» (Lundsør 2013). Rapporten følger som vedlegg 2.

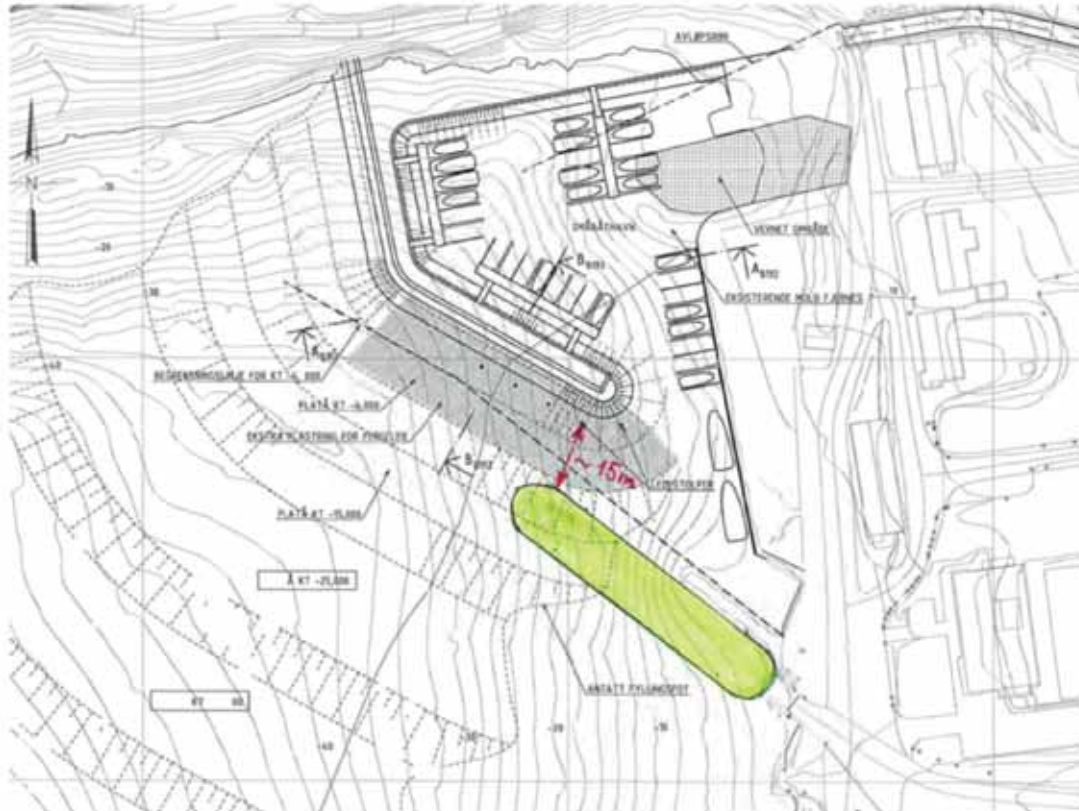
5.4 **KULTURMINNER I SJØ**

I følge Stavanger Maritime museum er det ingen marinarkeologiske forekomster i tiltaksområdet og utbyggingen vil derfor ikke medføre virkninger for disse interessene hverken i anleggs- eller driftsfasen.

Området i strandsonen, som trolig er en landingsplass med tradisjoner tilbake til eldre jernalder, vil dekkes til med duk og sikres mot graving. Dette vil ivareta verdiene til lokaliteten også i anleggsfasen.

5.5 SKIPSTRAFIKK

Som beskrevet i kap. 4.9 er molo og støttefylling lokalisert og utformet i samråd med Vegvesenet som eier av ferjekaien og NorLed som trafikkerer Lysebotn med bilferjer. Med de tilpasninger som er lagt inn i de tekniske planene, se Figur 5-1 under, skal ikke anlegget medføre ulemper eller negative virkninger for skipstrafikken i Lysebotn.



Figur 5-1 Situasjonsplan av småbåthavn med ferge lagt til kai. Kilde: Vedlegg 4

I anleggsfasen vil anleggsvirksomheten tilpasses slik at rutetrafikken til og fra kai ikke forstyrres eller hindres. Det legges opp til at det etableres belysning på molo, jfr tegning B191 i Vedlegg 4.

5.6 FISKERI OG HAVBRUK

Den helt innerste delen av gyteområdet til brisling i fjorden påvirkes av utfyllingen, men dette vurderes som akseptabelt da kun en svært liten del av det totale gyteområdet er innenfor tiltaksområdet (Bechmann 2013). Påvirkningen vil dermed neppe ha noen innvirkning på brislingbestanden og fisket etter denne arten.

Området for molo og småbåthavn med støttefylling berører ikke områder der det utføres reketråling.

Låsettingsplassen innerst i Lysefjorden bør ikke benyttes til oppbevaring av fisk i perioden anleggsarbeidene gjennomføres (Bechmann 2013).

5.7 FRILUFTSLIV

I anleggsfasen vil friluftinteressene påvirkes negativt av anleggsvirksomheten i Lysebotn. Anleggsvirksomhet i forbindelse med deponering av stein i sjøen vil gjøre områdene mindre attraktive til blant annet turgåing i områdene nær Lysebotn, kajakk- og kanopadling, samt fiske i fjordens indre deler.

En småbåthavn eller større molo vil ikke påvirke friluftslivet negativt i driftsfasen, da området allerede framstår som utbygd. Snarere vil en større molo med tilhørende småbåthavn gi bedre forhold for småbåter som kan benyttes i friluftslivsoyemed.

5.8 STØY

Transport av tunellmasser til sjøen, samt lossing over på lekter og derfra i sjøen, vil medføre støy i anleggsfasen. Det er utarbeidet en miljøoppfølgingsplan for Lysebotn II-anlegget (Norconsult 2013b) der det er stilt krav til overholdelse av støynivåer i byggefasen. Disse kravene gjelder også for transport og bygging av støttefylling og molo. Støykravene i miljøoppfølgingsprogrammet er definert slik:

Støy fra anleggsdrift eller anleggstrafikk skal som hovedregel ikke overskride grenseverdiene i Miljøverndepartementets retningslinje T-1442 (2012). Det vil for støyende anleggsvirksomhet som varer 6 mnndr. eller mer, innebære følgende støygrenser utendørs ved boliger og fritidshus/turistbedrifter:

- 60 dB på dagtid, hverdager mellom (kl 0700 – 1900)
- 55 dB på kveldstid (kl 1900-2300) og dagtid helligdager
- 45 dB om natten (kl 2300-0700)

Støynivåer ved normal anleggsdrift i Lysebotn skal før anleggsstart beregnes iht Nordisk beregningsmetode for industristøy.

Dersom beregningene viser overskridelse av støygrenser, jfr T1442 (2012), skal støybegrensende tiltak vurderes og iverksettes..

Dersom det viser seg å være vesentlig for anleggsgjennomføringen å søke unntak fra angitte støykrav, tas dette opp med Byggherren som tar saken videre med Forsand kommune, ved kommunelegen.

Alle berørte parter skal informeres før oppstart av støyende anleggsvirksomhet.

Reell støyutbredelse dokumenteres med stikkprøvemålinger dersom det er usikkerhet om angitte/avtalte grenser overskrides etter gjennomførte tiltak.

5.9 KABLER OG RØRLEDNINGER

Det er allerede inngått avtale med Telenor om flytting av fiberkabel før oppstart av anleggsarbeidene i sjøen. Tilsvarende vil også bli gjort for den kommunale avløpsledningen.

6 Referanser

Artskart. 2013. Artsdatabankens digitale kartinnsyn over registreringer av rødlistearter. www.artskart.artsdatabanken.no.

Aure, J., Strand, O., Erga, S.R. og Strohmeier, T. 2007. Primary production enhancement by artificial upwelling in a western Norwegian fjord. Marine Ecology-Progress Series 352:39-52.

Bechmann, P. 2013. Miljøundersøkelser i forbindelse utfylling og risikovurdering – Lysebotn småbåthavn eller sjødeponi. Norconsult AS (Vedlegg 1).

Dahl, E., Strand, Ø. og Strohmeier, T. 2013. Notat - Vurderinger av marinbiologiske effekter knyttet til deponering av steinmasser i Lysefjorden i forbindelse med opprustning av Lysebotn kraftverk. Havforskningsinstituttet (Vedlegg 3)

Elvestad, Endre 2013 Stavanger Maritime Museum. E-post til Ørjan Engedal, Rådgjevande arkeologar, 19.09.2013.

Falck, Preben 2013. Daglig leder, Stavanger turistforening. Personlig meddelelse.

Finnborud Bjørn, Lothe Arne, FMU On 2013. Norconsult rapport nr 5133188 dok. Nr 002. Fiskeridirektoratet. 2013. Fiskeridirektoratets digitale kartinnsyn. www.fiskeridir.no.

Fjermedal, Anne Brit 2013. Seksjonssjef forvaltning i region sør, Fiskeridirektoratet. Personlig meddelelse.

Forsand kommune – Kommuneplanens arealdel (2007-2022)

Fylkesmannen i Rogaland. 2013. Veileder – søknader om mudring og utfylling. Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernavdelingen.

Gangnes Gaute. NorLed regionsjef ferge Rogaland. E-post 13.05.2013 m.fl.

Gundersen, Brita. Driftssjef betjente anlegg, Stavanger Turistforening. Personlig meddelelse.

Johnsen, G.H., Tveranger, B. og Eilertsen, M. 2008. Utvidelse av Eidane Smolt AS, Forsand kommune. Konsekvensutredning for økologisk status i Lysefjorden. Rådgivende Biologer AS, rapport 1073, 55 sider. ISBN 978-82-7658-590-2.

Jonsson, B. og Ruud-Hansen, J. 1985. Water temperature as the primary influence on timing of seaward migrations of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. Can.J.Fish.Aquat.Sci. 42: 593-595.

Klepsland, J.T. 2013. Naturfaglig undersøkelse i forbindelse med etablering av anleggsvei i Lysebotn, Forsand. BioFokus-notat 2013-6. Stiftelsen BioFokus. Oslo.

Klif. 2008. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sediment. TA 2229/2007.

Kystverket. 2013. Kystverkets digitale kartinnsyn. www.kystverket.no.

Lacroix, G.L., Knox, D. og Stokesbury, M.J.W. 2005. Survival and behaviour of post-smolt Atlantic salmon in coastal habitat with extreme tides. *Journal of Fish Biology* 66, 485-498.

Lacroix, G.L., McCurdy, P. og Knox, D. 2004. Migration of Atlantic Salmon Postsmolts in Relation to Habitat Use in a Coastal System. *Trans. of the Am. Fish. Society* 133, 1455-1471.

Longfjeld Linda Karlsen 2013. Statens Vegvesene, plan og forvaltningsseksjonen Stavanger. E-post 01.11.13 m.fl.

Lovdata. 2013. Forskrift om fredingssoner og nedsenking av garn i sjø, Rogaland. <http://www.lovdata.no/for/lf/fv/xv-20040429-0694.html>

Lundsør, E. 2013. Kartlegging av marint biologisk mangfold i Lysebotn. Norconsult AS.(Vedlegg 2)

Lyse Produksjon as 2013. Detaljplan for landskap og miljø – arealbruksplan versjon D 23.08.2013

Multiconsult. 2013. Lysebotn II – Grunnundersøkelser. Multiconsult AS.

Naturbase. 2013. Direktoratet for naturforvaltnings digitale kartinnsyn for naturtyper, artsforekomster m.m. www.naturbase.no.

Norconsult 09.12.13. Rapport Sjødeponi med småbåthavn. Tekniske vurderinger. (Vedlegg 4)

Norconsult 2013b. Miljøoppfølgingsplan - Lysebotn II – kraftverk rev. 30.10.2013.

Saltveit, S.J. 2004. Smoltutvandring hos laks i Suldalslågen i 2004. Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske. Rapport nr. 235-2004.

Thorstad, E.B., Økland, F., Finstad, B., Sivertsgård, R., Plantalech, N., Bjørn, P.A og McKinley, R.S. 2007. Fjord migration and survival of wild and hatchery-reared Atlantic salmon and wild brown trout post-smolts. *Hydrobiologia* 582, 99-107.

Vida, R. 2013. Ekkolodd og akustisk sjøbunnskartlegging. Geomap AS.

7 Vedlegg

7.1 **VEDLEGG 1 – RAPPORT FRA KARTLEGGING AV FORURENSNING I SEDIMENTER**

Lyse Produksjon AS

Miljøundersøkelse i forbindelse med utfylling og risikovurdering

Lysebotn småbåthavn eller sjødeponi

2013-11-21 Oppdragsnr.: 5113188



J02	2013-11-20	Endelig versjon etter endringer i volum og areal for utfylling	Pebec	Grs	Elfor
J01	2013-10-22	Endelig versjon for bruk	Pebec	Grs	Elfor
B04	2013-10-10	For kommentarer hos oppdragsgiver	Pebec	Grs	Elfor
A03	2013-10-02	Intern versjon for tverrfaglig kontroll	Pebec	Grs	
A02	2013-10-01	Intern versjon til fagkontroll etter tilføringer	Pebec	Grs	
A01	2013-09-26	Intern versjon for fagkontroll	Pebec		
Rev.	Dato:	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Innhold

1	Bakgrunn	5
1.1	Oppdraget	5
1.2	Resipienten	7
1.3	Tidligere undersøkelser	8
2	Miljøundersøkelse	9
2.1	Bakgrunn	9
2.2	Kartlegging av sediment	10
2.2.1	Feltarbeid	10
2.2.2	Resultater	11
2.3	Behov for miljørettet risikovurdering	13
3	Miljørettet risikovurdering	14
3.1	Innledning	14
3.1.1	Spredning fra sedimentet	15
3.1.1.1	Molo og utfylling utenfor	15
3.1.1.2	Dypvannsdeponi	16
3.1.2	Partikler	16
3.1.2.1	Molo og utfylling utenfor	16
3.1.2.2	Dypvannsdeponi	17
3.1.3	Porevann	17
3.1.3.1	Molo og utfylling utenfor	17
3.1.3.2	Dypvannsdeponi	17
3.1.4	Spredning av nitrogenforbindelser	17
3.1.5	Konklusjon	18
4	Referanser	19
5	Vedlegg	20

Sammendrag

Det er gjennomført undersøkelser av forurensningstilstand i sedimenter i Lysebotn i forbindelse med utfylling av overskuddsmasser. Massene skal benyttes for å etablere molo med utenforliggende utfylling eller plasseres i dypvannsdeponi.

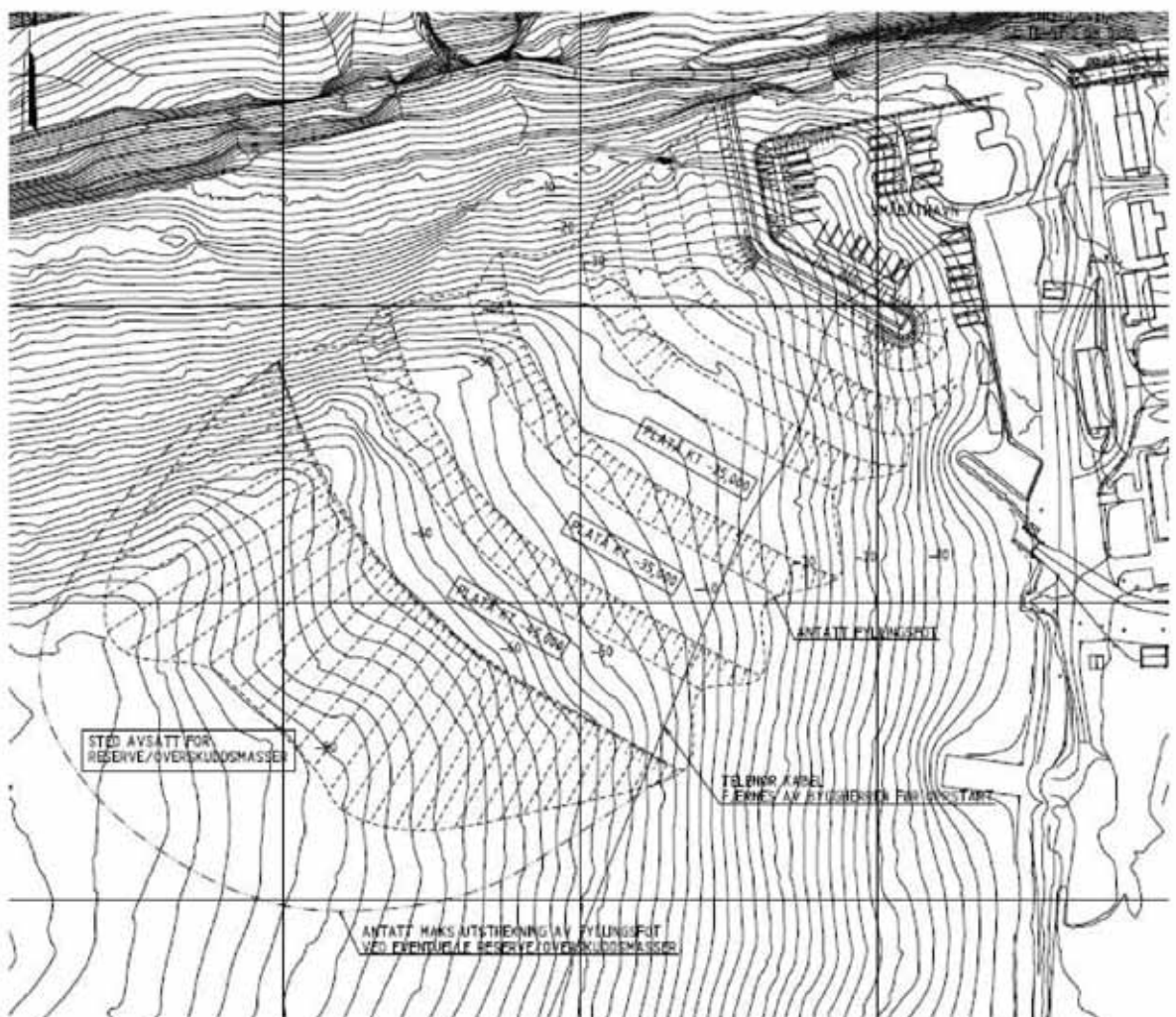
Miljøundersøkelsen av sedimentene viste forhøyede konsentrasjoner av PAH-forbindelsene indeno(1,2,3-cd)pyren og benzo(ghi)perylene i tilstandsklasse III og IV og TBT i tilstandsklasse III.

Miljørettet risikovurdering av spredning under tiltaket viste at det var akseptabelt lav spredning og at vannvolum som påvirkes av konsentrasjoner over PNEC er akseptabelt lave. Det er ikke behov for spredningsreducerende tiltak eller overvåking under utfyllingen.

1 Bakgrunn

1.1 OPPDRAGET

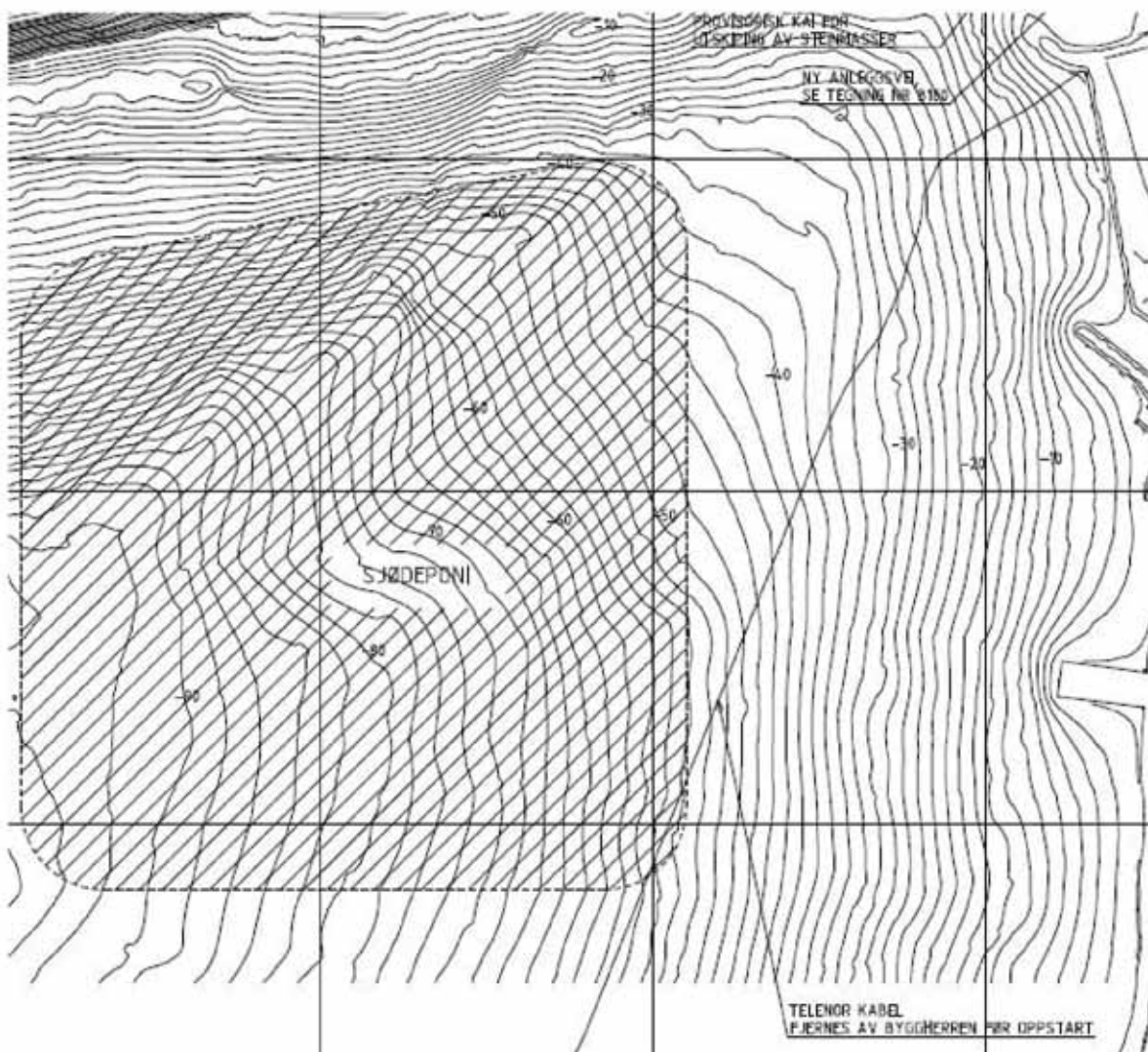
Lyse Produksjon AS planlegger bygging av nytt kraftverk i Lysebotn (Lysebotn II). Etter innspill fra Forsand kommune og lokale organisasjoner, legges det opp til å benytte utsprenge tunnelmasser til etablering av molo og småbåthavn innerst i Lysebotn. Det skal fylles ut ca. 570 000 m³ løse masser i en planlagt periode fra 2014-06-01 til 2016-08-19 (2 år og 11 uker). Tegninger for løsningen er vist i Figur 1. Fullstendig tegning med forklaring er gitt i vedlegg 1.



Figur 1: Situasjonsplan for utfylling med molo.

Det er planlagt å bygge opp sjødeponi som et fundament for molo. Overslag viser at det vil gå med ca. 400 000 m³ løse masser (lm). For å være sikker på at det er nok masser til å fullføre tiltaket på en god og sikker måte legger prosjektet til grunn en usikkerhet på 25 %. Det vil si at tiltaket må ha tilgjengelig 500 000 m³ løse masser (lm). Prosjektet vil dermed få overskuddsmasser i størrelsesorden 70 000 m³. Overskuddsmasser kan en forsvare å nytte i tiltaket for å gi en økt sikkerhet mot utglidning som vist på Figur 1. Sjødeponiet har et areal på ca. 41 000 m² og de totale overskuddsmassene vil kunne gi en utfylling på ca. 8 000 m² utenfor dette.

Som alternativ til etablering av molo og småbåthavn, er det vurdert å deponere tunnelmassene lenger ut i fjorden på dypere vann. Deponiets utforming er vist i Figur 2. Fullstendige tegninger med forklaring er gitt i vedlegg 2.



Figur 2: Situasjonsplan for utfylling i dypvannsdeponi.

Deponiets størrelse er ca. 40 000 m² og det skal som for løsningen med molo dumpes i 570 000 m³ med sprengstein i en periode fra 2014-06-01 til 2016-08-19.

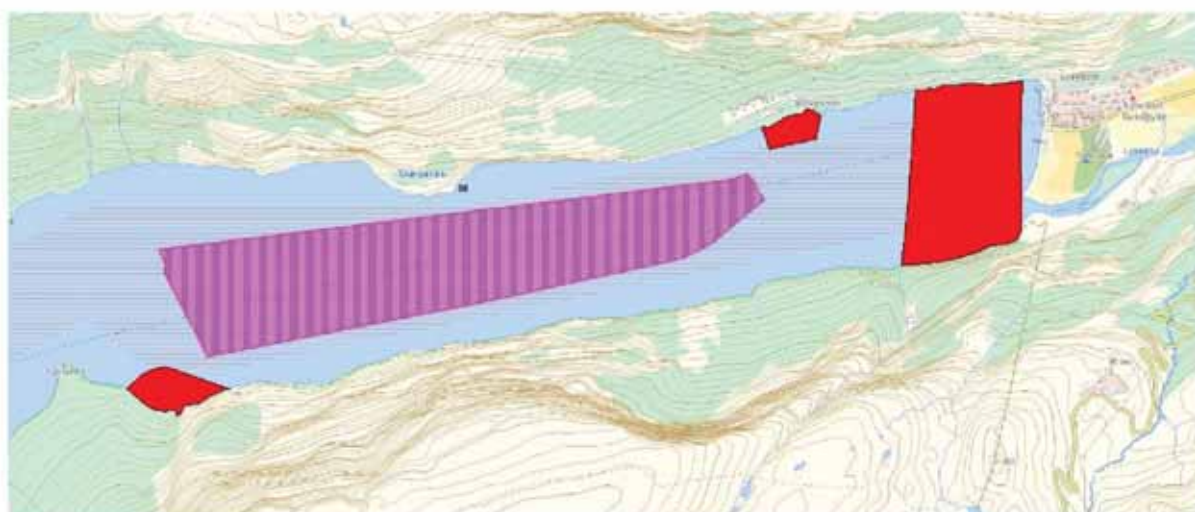
1.2 RESIPIENTEN

Utfyllingen skal foregå i vannforekomsten "Lysefjorden-indre", Figur 3. Vannforekomsten er nesten 35 km lang, er beskyttet for bølgeeksponering og er en ferskvannspåvirket fjord. Fjorden er permanent lagdelt og har lang oppholdstid for bunnvann. Vannforekomsten har dårlig økologisk tilstand og udefinert kjemisk tilstand. De dypeste områdene i fjorden er antatt å ha naturlig lave konsentrasjoner av oksygen (Vann-nett.no 2013-09-26). Fjorden er dyp, og nesten ytterst er det en terskel på under 20 m (kart.kystverket.no).



Figur 3: "Lysefjorden-indre" med tiltaksområdene helt innerst i øst (Vann-nett.no).

Lysefjorden er registrert med naturtypen "Sterke tidevannsstrømmer" og klassifisert som viktig. Det er ikke registrert andre verdifulle naturtyper i nærheten av tiltaksområdet i Vann-nett. Lysefjorden har den sørligste bestanden av Haneskjell (*Chlamys islandica*). Dette er et kamskjell som hører hjemme i Arktis, men som har blitt værende i Lysefjorden etter siste istid. Disse er vurdert som en verdifull art og naturtype. De fleste observasjoner av Haneskjell er fra ytre deler av Lysefjorden, men det er også observert en gang ved Geitaneset, ca. 3,8 km vest for Lysebotn (Havforskningsinstituttet, 2013).

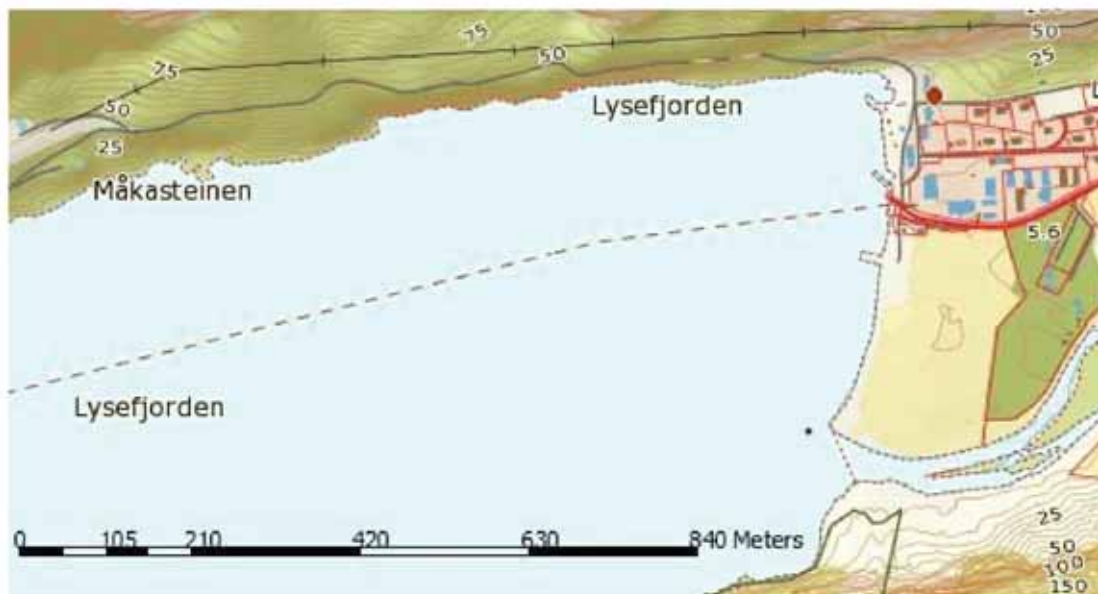


Figur 4: Lysebotn med registrerte gytefelt (brun skravur), låssettingsplasser (rødt) og fiskeplasser for aktive redskaper (lilla skravur) (Vann-nett.no).

Fiskeridirektoratet har registrert data for bruk av den innerste delen av Lysefjorden. Bruksområdene er avmerket i Figur 4. Det er gytefelt for brising helt inn i tiltaksområdet.

Låssettingsplassen innerst i Lysebotn (i tiltaksområdet) og lengst vest i Figur 4 har prioritet A. Låssettingsplassen nord i fjorden har prioritet B. Alle låssettingsplassene benyttes for brisling, makrell og sild. Det lilla området, ca. 1 km fra innerst i fjorden er område for rekrefiske for yrkesfiskere (Vann-nett.no). I tillegg er det vandring av laks og sjøørret opp Lyseelven (Havforskningsinstituttet, 2013).

I Lysebotn er det et avløpsanlegg med utslipp på ca. 40 pe (pers. kom. Storm 2013). Dette er det eneste utslippet i indre del av Lysefjorden. Avløpsanleggets plassering er vist i Figur 5.



Figur 5: Avløpsanlegg Lysebotn (vannmiljø.no).

1.3 TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Det er ikke registrert prøvepunkt i området i Vannmiljø. Rådgivende biologer AS gjennomførte i 2007 en undersøkelse i Lysefjorden i forbindelse med utvidelse av Eidane Smolt AS i Forsand kommune, ytterst i Lysefjorden (Johnsen et. al, 2008). Det ble tatt prøver av vann på fem stasjoner i fjorden, og stasjon 5 var i det innerste fjordbassenget. Undersøkelsen viste mindre ferskvannstilførsel i det innerste bassenget. Konsentrasjonene av total fosfor, fosfat og total nitrogen var i tilstandsklasse I "svært god" og konsentrasjonen av nitrat i tilstandsklasse III "moderat" i henhold til klassifiseringssystemet utarbeidet av Miljødirektoratet for å kunne si noe om miljøtilstand basert på målte konsentrasjoner (SFT 1997) Fjorden som helhet ble i undersøkelsen vurdert som næringsfattig.

Norconsult AS gjennomførte kartlegging av sjøbunnen i utfyllingsområdet ved bruk av ROV 29. august 2013 (Norconsult, 2013). Det ble observert normalt bunnmiljø og ingen fokusarter eller viktige naturtyper.

2 Miljøundersøkelse

2.1 BAKGRUNN

Tiltak i forurensede sedimenter er styrt av veilederen TA-2960/2012: Veileder for håndtering av sedimenter. Denne undersøkelsen skal vurdere om det er behov for tiltak knyttet til eventuelt forurenset sediment som følge av utfylling. Rapporten omhandler punkt 2 i Figur 6 og skal resultere i en tiltaksvurdering (punkt 3). Dette gjelder følgende forhold:

Er sedimentet forurenset over grenseverdier?

Vil forurensningen kunne bli transportert og spredd som følge av tiltaket?

Er potensial for transport og spredning av forurensning knyttet til partikler og porevann uakseptabelt stort?

Er det behov for å utarbeide en tiltaksplan for utfyllingsarbeidet, og dermed ha bedre kontroll på tiltakets forurensningspotensial?

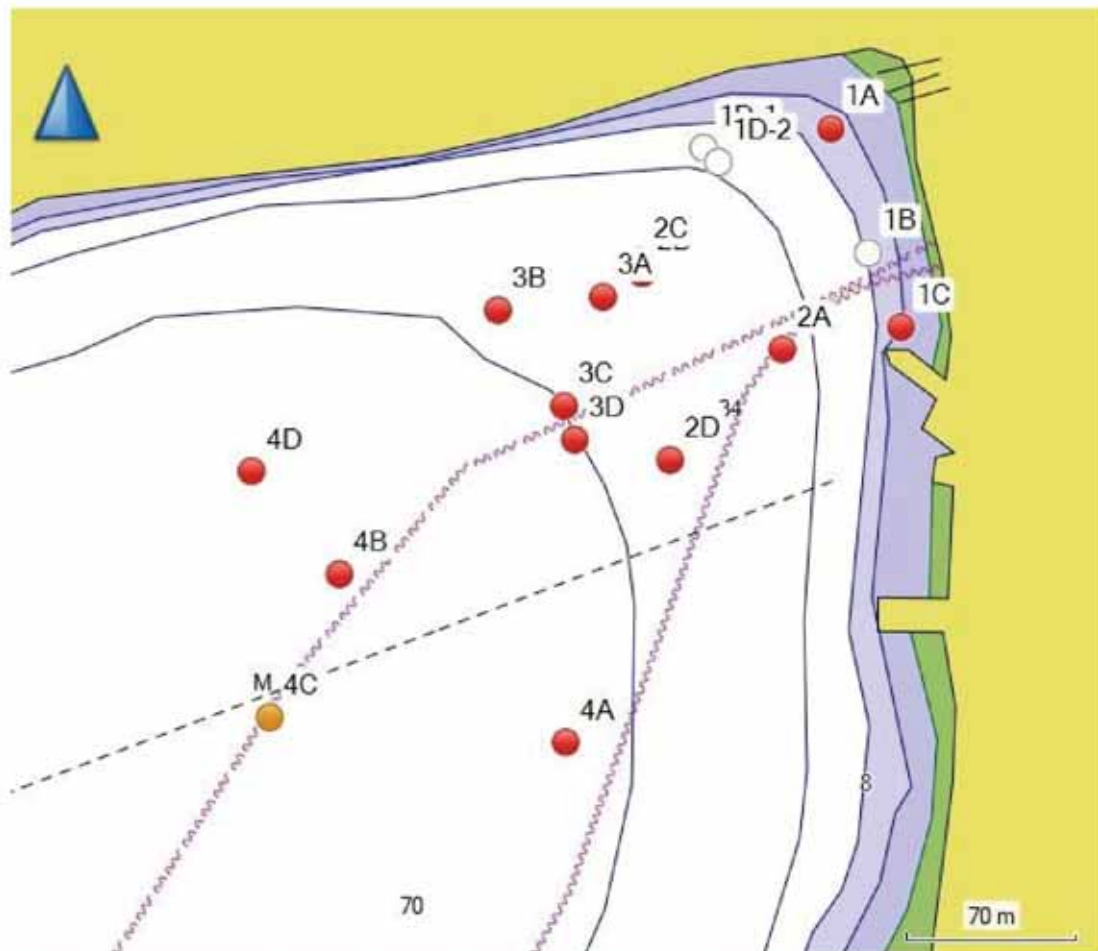


Figur 6: Utdrag fra TA-2960/2012, saksgang ved tiltak i sedimenter.

2.2 KARTLEGGING AV SEDIMENT

2.2.1 Feltarbeid

Prøvetaking ble gjennomført 28. august 2013. Prøvetakingen ble utført ved bruk av stor Van Veen grabb. Prøvene ble tatt fra båten BoreCat. Det ble tatt fire grabbhugg til hver blandprøve. Prøven ble tatt ut for å representere det bioaktive laget i sedimentet. Dette laget er antatt å være andelen av sedimentet som har potensial for spredning ved utfylling. Plassering av grabbhuggene er vist i Figur 7. Koordinater for prøvene er gitt i logg fra prøvetakingen i vedlegg 3. Prøvepunkt 1, 2 og 3 er i området som påvirkes av utfylling til molo og prøvepunkt 4 er i området som påvirkes av utfylling utenfor molo. Prøvepunkt 3 og 4 er i området som påvirkes dersom det blir utfylling i dypvannsdeponi.



Figur 7: Prøvepunkt sedimentprøvetaking. Rød sirkler er stikk det er tatt prøve fra, hvite sirkler er stikk der det ikke var mulig å få prøve og den oransje er stikk der det var sediment, men ikke mulig å få akseptabel mengde i grabben.

Prøvene ble analysert ved det akkrediterte laboratoriet Eurofins Miljøanalyse i Moss. Basert på tidligere undersøkelser og områdets bruk, er det ansett at en basispakke vil dekke den mest sannsynlige forurensingen i området. Denne består av:

- Metaller
- PAH-16
- PCB-7
- TBT
- TOC
- kornfordeling

2.2.2 Resultater

Konsentrasjoner i sedimentet sammenlignes med grenseverdier for tilstandsklassene utarbeidet av Miljødirektoratet. Tilstandsklassene representerer ulik forurensningsgrad basert på fare for effekter på organismer. Beskrivelse av de ulike tilstandsklassene er vist i Tabell 1. Ved konsentrasjoner i tilstandsklasse III eller dårligere må det gjennomføres en risikovurdering før eventuell gjennomføring av tiltak.

Tabell 1: Klassifiseringssystem for metaller og organiske miljøgifter (TA-2229/2007).

Tilstandsklasse	I	II	III	IV	V
Beskrivelse av tilstand	Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Betingelser	Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids-eksponering	Akutt toksiske effekter ved korttids-eksponering	Omfattende akutt-toksiske effekter

Resultatene av den gjennomførte undersøkelsen er vist i Tabell 2, og fargene tilsvarer tilstandsklassene i Tabell 1. Fullstendig analyserapport er gitt i vedlegg 4.

Tabell 2: Konsentrasjoner i sediment klassifisert i henhold til TA-2229/2007.

Forbindelse og enhet	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 3	Prøve 4
Arsen (mg/kg TS)	2,4	5,1	3,4	7,1
Bly (mg/kg TS)	9,8	26	15	32
Kadmium (mg/kg TS)	0,088	0,10	0,041	0,11
Kobber (mg/kg TS)	15	12	7,1	12
Krom totalt (III + VI) (mg/kg TS)	4,1	10	8,1	14
Kvikksølv (mg/kg TS)	0,025	0,032	0,030	0,043
Nikkel (mg/kg TS)	3,6	6,9	5,9	9,2
Sink (mg/kg TS)	30	56	39	52
Naftalen (mg/kg TS)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acenaftalen (mg/kg TS)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acenaften (mg/kg TS)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoren (mg/kg TS)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fenantren (mg/kg TS)	0,020	0,025	<0,01	0,013
Antracen (mg/kg TS)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoranten (mg/kg TS)	0,067	0,078	0,025	0,054
Pyren (mg/kg TS)	0,051	0,065	0,022	0,044
Benzo(a)antracen (mg/kg TS)	0,027	0,052	0,017	0,031
Krysen (mg/kg TS)	0,032	0,067	0,030	0,051
Benzo(b)fluoranten (mg/kg TS)	0,038	0,140	0,078	0,160
Benzo(k)fluoranten (mg/kg TS)	0,029	0,079	0,041	0,096
Benzo(a)pyren (mg/kg TS)	0,026	0,060	0,027	0,057
Indeno(1,2,3-cd)pyren (mg/kg TS)	0,017	0,083	0,056	0,110
Dibenzo(a,h)antracen (mg/kg TS)	<0,01	0,015	<0,01	0,020
Benzo(ghi)perylene (mg/kg TS)	0,021	0,097	0,059	0,140
PAH 16 (mg/kg TS)	0,33	0,76	0,36	0,78
PCB 28 (mg/kg TS)	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
PCB 52 (mg/kg TS)	0,0028	0,00095	0,00051	0,00086
PCB 101 (mg/kg TS)	0,0052	0,0015	0,0007	0,0012
PCB 118 (mg/kg TS)	0,0052	0,00084	<0,0005	0,00063
PCB 138 (mg/kg TS)	0,0048	0,0014	0,00084	0,0013
PCB 153 (mg/kg TS)	0,0036	0,0011	0,00075	0,0012
PCB 180 (mg/kg TS)	0,00088	0,00057	<0,0005	0,00066
PCB 7 (mg/kg TS)	0,022	0,0063	0,0028	0,0058
Tributyltinn (TBT-ion) (mg/kg TS)	0,011	0,014	0,0063	0,0029
Totalt tørrstoff (%)	52	48	62	43
TOC (% TS)	3,6	4,5	2,5	5,0
Finstoff < 2 µm (%)	3,8	4,7	1,7	6,0
Finstoff < 63 µm (%)	5,7	5,8	5,8	8,6

Det er påvist PCB i tilstandsklasse III i prøve 1. Det er påvist TBT i tilstandsklasse III i prøve 1, prøve 2 og prøve 3. Indeno(1,2,3-cd)pyren er påvist i tilstandsklasse III i prøve 3 og i tilstandsklasse IV i prøve 2 og prøve 4 og benzo(ghi)perylene er påvist i tilstandsklasse III i prøve 1 og tilstandsklasse IV i prøve 2, prøve 3 og prøve 4.

Tørrestoffinnholdet varierer fra 43 % til 62 %. Organisk innhold varierer fra 2,5 % til 5,0 %.

Under 6 % av massene er leire og under 5 % er silt, resten er grovere materiale.

2.3 BEHOV FOR MILJØRETTET RISIKOVURDERING

Det er overskridelser av grenseverdier for PAH-forbindelser i alle prøvene. Det er også konsentrasjoner av TBT over grenseverdi i prøve 1, prøve 2 og prøve 3. Det er overskridelser av grenseverdi både i prøvene som dekker området for moloutfylling og i prøver som dekker området for dypvannsdeponi. Tiltak i sedimentet vil kreve en miljørettet risikovurdering og eventuelt en påfølgende tiltaksplan for utfylling på forurenset sediment.

3 Miljørettet risikovurdering

3.1 INNLEDNING

Det er knyttet potensiell risiko til spredning av forurensning fra overflatesedimentet ved utfylling på grunn av konsentrasjoner av PAH-forbindelser, PCB og TBT. For å beregne potensiell risiko for spredning av forurensning er det gjort beregninger av oppvirvlet materiale samt hvor mye forurensning som kan forekomme fra porevannet. Forutsetninger som er benyttet for beregningene er vist nedenfor. Risikovurderingen er todelt, spredning av forurensning fra sedimentet og spredning av sprengstoffrester. Spredning av rene partikler fra utfyllingsmassene er behandlet i eget notat utarbeidet av Havforskningsinstituttet (2013).

Spredning fra sedimentet:

Konsentrasjonen av forurensning i porevannet er beregnet ut fra konsentrasjon i sediment og stedsspesifikke fordelingskoeffisienter, K_d , (fra TA-2802/2011). Utrekningene er vist i Tabell 3 og Tabell 4 nedenfor. Spredning av forurenset porevann er sammenlignet med PNEC (kronisk) («predicted no effect concentration», kronisk toksisitet for marine organismer) (TA-2803/2011). Det er valgt å bruke verdier for kroniske effekter på grunn av tiltakets varighet. Det er beregnet hvor stort volum av resipienten som daglig vil påvirkes i konsentrasjoner over denne grenseverdien for økologisk effekt under tiltaket.

Under terskelnivå i fjorden antas ingen strøm. Sediment som virvles opp på dyp større enn terskeldypet vil ikke ha potensial for lang transport bort fra tiltaksområdet. Silt og leire som virvles opp over terskeldypet vil kunne transporteres bort fra tiltaksområdet og ha potensial for spredning av forurensning.

Molo og utfylling utenfor:

Det antas at det vil ta nesten hele tiltaksperioden å dekke sedimentene på sjøbunn. Det er tatt utgangspunkt i 47 arbeidsuker per år og 5 arbeidsdager per uke. Det gir en tiltaksperiode på 525 dager. Basert på utfyllingenes størrelse fordeles dette på 440 dager for deponiet og 85 dager for overskuddsmasser utenfor.

Fordi det ikke ble funnet sediment på stasjon 1D-1 og 1D-2 antas det at 10 % av arealet i forbindelse med molo ikke er dekket av sediment, men fjell. Fra dette arealet vil det ikke være spredning av forurensning.

Det er beregnet at dumping av sprengstein fører til oppvirvling de øverste 7 cm av sedimentet i deponiet og de øverste 15 cm ved utfylling av overskuddsmassene utenfor. Det er benyttet en sedimenttetthet på 1,7 kg/L i beregningene.

Spredningsberegningene for deponiet er basert på gjennomsnittet av konsentrasjonene i prøve 1, 2 og 3 for hver forbindelse over grenseverdi. Beregningene for overskuddsmassene utenfor deponiet er basert på konsentrasjoner i prøve 4.

Ca. 4 000 m² av utfyllingen antas konservativt å være på dyp som kan gi spredning av partiklene som virvles opp og er dekket av sediment.

Dypvannsdeponi:

Det antas at det vil ta nesten hele tiltaksperioden å dekke sedimentene på sjøbunn. Det er tatt utgangspunkt i 47 arbeidsuker per år og 5 arbeidsdager per uke. Det gir en tiltaksperiode på 525 dager.

Det er beregnet at dumping av sprengstein fører til oppvirvling de øverste 7 cm av sedimentet i området representert av prøvepunkt 3 og de øverste 15 cm i området representert av prøvepunkt 4. Det er benyttet et gjennomsnitt på 11 cm. Det er benyttet en sedimenttetthet på 1,7 kg/L i beregningene.

Spredningsberegningene for dypvannsdeponiet er basert på gjennomsnittet av konsentrasjonene i prøve 3 og 4 for hver forbindelse over grenseverdi.

Hele utfyllingen foregår på større dyp enn terskelnivå, og det er derfor liten fare for lang transport og spredning av partikler fra sedimentet ved utfylling.

Spredning av sprengstoffrester

Det skal deponeres ca. 570 000 m³ med sprengsteinsmasser og er antatt dumpet ca. 1085 m³ per dag.

Det kan forventes en tilførsel av 13-40 kg nitrogen per 1000 m³ utsprengt masse (Hindar og Roseth, 2003). Uomsatt sprengstoff inneholder ca. 50 % ammoniumforbindelser og 50 % nitratforbindelser. Toksisiteten av NH_x (NH₃/NH₄⁺) vil være avhengig av pH-verdien i vannet. Ved normal pH i sjø (ca. 8-8,5) vil det meste av NH_x foreligge som ammonium, NH₄⁺. Ved høyere pH-verdier derimot, vil en større andel av NH_x finnes som ammoniakk, NH₃. Ved anvendelse av sprøytebetong i tunneldrift kan avrenningen bli svært basisk og føre til dannelse av ammoniakk (Hindar og Roseth, 2003). Ammoniakk er akutt toksisk i lave konsentrasjoner for fisk. Alabaster og Loyd (1982) anbefaler å unngå ammoniakk-konsentrasjoner over 25 µg/L.

Nitratforbindelser har ikke direkte toksisk effekt, men kan føre til overgjødning av vannmassene. Dette kan gi økt algevekst og forstyrre likevekten mellom ulike organismer i vannet. Tilstandsklassene med hensyn nitrat-nitrogen er gitt i veiledning for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (TA-1467/1997). I marine miljøer er nitrogen ofte vekstbegrensende og tilførsel av nitrat kan føre til eutrofiering (Bækken, 1998).

3.1.1 Spredning fra sedimentet

3.1.1.1 Molo og utfylling utenfor

Tabell 3 viser beregnet spredning av forurensning under utfyllingsarbeidene for molo uten spredningsreducerende tiltak. Ved prøvetaking ble det vurdert at de øverste 7 cm blir virvlet opp ved utfylling og beregningene er gjort med utgangspunkt i dette.

Tabell 4 viser beregnet spredning av forurensning under utfylling utenfor deponi uten spredningsreducerende tiltak. Ved prøvetaking ble det vurdert at de øverste ca. 15 cm har potensial for å virvles opp ved utfylling. Beregningene er gjort med utgangspunkt i dette.

Tabell 3: Beregnet spredning av forurensning med partikler og porevann under etablering av molo.

Parameter	Partikler			Porevann			
	Analysert konsentrasjon i Prøve 1, 2 og 3 (mg/kg tørstoff)	Mengde oppvirvlet materiale totalt (kg)	Kd sed (l/kg) ved TOC 3,5 %	Mengde totalt spredt i porevann i tiltaksperioden (mg)	Mengde spredt i porevann per dag i (mg)	PNEC kronisk (mg/l)	Volum resipient påvirket over PNEC hver dag (m3)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,052	0,228	82047	1,280	0,0029	0,000002	1,5
Benzo(ghi)perylene	0,059	0,259	35816	3,33	0,0076	0,000002	3,8
PCB 7	0,010	0,046	-		0,0000		
Tributyltinn (TBT-ion)	0,010	0,046	39	540	1,2281	0,0000002	6 141

Tabell 4: Beregnet spredning av forurensning med partikler og porevann ved utfylling utenfor molo.

Parameter	Partikler			Porevann			
	Analysert konsentrasjon i prøve 3 og 4 (mg/kg tørstoff)	Mengde oppvirvlet materiale totalt (kg)	Kd sed (l/kg) ved TOC 5 %	Mengde totalt spredt i porevann i tiltaksperioden (mg)	Mengde spredt i porevann per dag i (mg)	PNEC kronisk (mg/l)	Volum resipient påvirket over PNEC hver dag (m3)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,110	0,224	117210	1,09	0,0128	0,000002	6,4
Benzo(ghi)perylene	0,140	0,286	51165	3,18	0,0374	0,000002	19

3.1.1.2 Dypvannsdeponi

Tabell 5 viser beregnet spredning av forurensning under utfyllingsarbeidene for dypvannsdeponi uten spredningsreducerende tiltak. Beregningene er gjort med utgangspunkt i at gjennomsnittlig 11 cm av sedimentet virvles opp ved utfylling.

Tabell 5: Beregnet spredning av forurensning med partikler og porevann under etablering av dypvannsdeponi.

Parameter	Partikler			Porevann			
	Analysert konsentrasjon i prøve 3 og 4 (mg/kg tørstoff)	Mengde oppvirvlet materiale totalt (kg)	Kd sed (l/kg) ved TOC 3,8 %	Mengde totalt spredt i porevann i tiltaksperioden (mg)	Mengde spredt i porevann per dag i (mg)	PNEC kronisk (mg/l)	Volum resipient påvirket over PNEC hver dag (m3)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,083	0,621	89080	3,31	0,0063	0,000002	3
Benzo(ghi)perylene	0,100	0,748	38885	9,14	0,0174	0,000002	9
Tributyltinn (TBT-ion)	0,0046	0,034	42	389,14	0,7412	0,0000002	3 706

3.1.2 Partikler

3.1.2.1 Molo og utfylling utenfor

Ut fra stoffenes konsentrasjon er det beregnet mengde av totalt oppvirvlet materiale. Dette gir et innblikk i potensiale for spredning av partikkelbundet forurensning.

Ved etablering av molo er det beregnet at det virvles opp ca. 230 g indeno(1,2,3-cd)pyren, ca. 260 g benzo(ghi)perylene, ca. 45 g PCB 7 og ca. 45 g TBT fra sedimentet.

Ved utfylling utenfor deponiet er det potensial for oppvirvling av ca. 220 g indeno(1,2,3-cd)pyren og ca. 290 g benzo(ghi)perylene.

Totalt er det et potensial for oppvirvling av ca. 450 g indeno(1,2,3-cd)pyren, ca. 550 g benzo(ghi)perylene, ca. 45 g PCB 7 og ca. 45 g TBT fra sedimentet.

Silt og leire som virvles opp i områder grunnere enn fjordens terskeldyp har potensial for lengre transport og spredning. Dette utgjør ca. 28 000 kg sediment. Basert på målte konsentrasjoner i sedimentet utgjør dette en spredning av mindre enn 2 g av PAH-forbindelsene og mindre enn 0,3 g PCB og TBT.

3.1.2.2 Dypvannsdeponi

Ved utfylling i dypvannsdeponi er det potensial for oppvirvling av ca. 620 g indeno(1,2,3-cd)pyren, ca. 750 g benzo(ghi)perylene og ca. 35 g TBT fra sedimentet. Denne partikkelbunnete forurensningen forventes ikke å transporteres langt, men å sedimentere igjen i utfyllingsområdet fordi utfyllingen skjer under terskelnivå i fjorden.

3.1.3 Porevann

3.1.3.1 Molo og utfylling utenfor

Miljøriskovurderingen viser at det kan forventes spredning av TBT som fører til overskridelser av PNEC (kronisk) i et daglig volum på inntil 6 150 m³ ved etablering av molo. Overskridelsene for de to andre forbindelsene er minimale.

Ved utfylling utenfor moloen er det kun et mindre volum med overskridelser av PNEC (kronisk).

3.1.3.2 Dypvannsdeponi

Miljøriskovurderingen viser at det kan forventes spredning av TBT som fører til overskridelser av PNEC (kronisk) i et daglig volum på inntil ca. 3 700 m³ ved etablering av dypvannsdeponi. Overskridelsene for de to andre forbindelsene er minimale.

3.1.4 Spredning av nitrogenforbindelser

Ved pH 8,2 og temperatur 20 °C vil ca. 3,6 % av ammoniumnitrogen være tilstede som ammoniakk. En oversikt over mengder nitrogenforbindelser knyttet til sprengstein er gitt i Tabell 6.

Tabell 6: Mengder nitrogenforbindelser fra sprengstein i løpet av anleggssperioden.

Sprengsteins- mengde (m ³)	Total nitrogen (kg)	Nitratforbindelser (kg)	Ammoniumforbindelser (kg)	Ammoniakk (kg)
570 000	7 400 – 22 800	3 700 – 11 400	3 700 – 11 400	135 - 410

I Tabell 7 er det gjort beregninger for mengden rent vann som kreves daglig for å oppnå nitrogenkonsentrasjon i tilstandsklasse II, basert på utslippsmengden knyttet til sprengstein. For ammoniakk er det beregnet mengden rent vann som kreves daglig for å nå konsentrasjon 25 µg/L.

Tabell 7: Mengde nitrogen og ammoniakk per dag og vannbehov for å nå akseptable konsentrasjoner.

Sprengsteins- mengde (m ³)	Total nitrogen (kg)	Vannbehov (m ³)	Ammoniakk (kg)	Vannbehov (m ³)
1085 per dag	14 – 43	42 700 – 132 000	0,25 - 0,78	10 200 – 31 300

Eutrofieringsproblematikk er knyttet til overflatelaget der fotosyntetisk produksjon foregår. Noe av nitrogenet vil frigjøres fra sprengsteinsmassene med en gang de kommer i kontakt med vannet. Resten vil vaskes av på vei ned mot bunnen. Forhøyede konsentrasjoner av ammoniakk vil kunne ha lokal toksisk effekt på fisk ved utfyllingene. Maksimalt beregnet volum tilsvarer overskridelser i < 1 m i vannsøylen over hele utfyllingsområdet. Over utfyllingsområdet for henholdsvis molo med utenforliggende fylling og dypvannsdeponi, utskiftes ca. 16 660 m³ eller 13 600 m³ med vann to ganger i døgnet av tidevann. Det er nesten tilstrekkelig for å nå under 25 µg/L for ammoniakk. Beregningene med pH 8,2 og vanntemperatur på 20 °C er konservative. Lavere pH og lavere temperatur vil medføre en lavere andel av ammoniumnitrogen som ammoniakk.

3.1.5 Konklusjon

Det er knyttet akseptabel lav risiko til utlekking av forurenset porevann som følge av utfylling på de forurensete sedimentene både for utfylling til molo og for etablering av dypvannsdeponi.

Det er liten risiko for spredning av forurensete partikler fra sedimentene til potensielt mindre forurensete områder fordi kun en liten del av utfyllingen er på vanddyp grunnere enn terskeldyp.

Nitrogen knyttet til sprengstein vil føre til konsentrasjoner over tilstandsklasse II i et volum utenfor utfyllingsområdet. Dette anses som akseptabelt siden nitrogen ikke er direkte giftig og tidligere undersøkelser har vist lave konsentrasjoner av fosfor (Johnsen et. al, 2008) og dermed lite potensial for algeoppblomstring som følge av tilført nitrogen.

Vannvolumet som påvirkes av konsentrasjoner over anbefalt konsentrasjon for ammoniakk er mye mindre enn for total nitrogen og vurdert som akseptabelt i tiltaksperioden.

Låsettingsplassen innerst i Lysefjorden bør ikke benyttes til oppbevaring av fisk i perioden tiltaket gjennomføres. Den helt innerste delen av gyteområdet i fjorden vil påvirkes av utfyllingen. Det vurderes som akseptabelt da kun en svært liten del av det totale gyteområdet er innenfor tiltaksområdet. Avstanden til områder der det er observert Haneskjell vurderes som stor nok til at de ikke påvirkes av tiltaket.

Det er ikke vurdert nødvendig med spredningsreducerende tiltak i forbindelse med utfyllingen til molo med utenforliggende utfylling eller for utfylling til dypvannsdeponi.

4 Referanser

- Alabaster og Loyd (1982). Water quality criteria for freshwater fish. 2nd ed. Butterworths, London.
- Bækken, Torleif og Dale, Trine, (2011) Miljøriskovurdering ved dumping av sprengstein fra vegtunnel i Vangsvatnet ved Voss. NOTAT 03.03.2011
- Bækken, Torleif, (1998) Avrenning av nitrogen fra tunnelmasse, NIVA-rapport 3902-98
- Havforskningsinstituttet. 2013. Vurdering av marinbiologiske effecter knyttet til deponering av steinmasser i lysefjorden i forbindelse med opprusting av lysebotn kraftverk. Notat – fra Havforskningsinstituttet 21. juli 2013.
- Hindar, Atle og Roseth, Roger, (2003) E-18 gjennom sulfidberggrunn i Agder; anbefaling om avbøtende tiltak for å hindre sur avrenning og annen belastning av resipienter, NIVA-rapport 4642-2003
- Johnsen, G.H., B. Tveranger & M. Eilertsen 2008. Utvidelse av Eidane Smolt AS, Forsand kommune. Konsekvensutredning for økologisk status i Lysefjorden. Rådgivende Biologer AS, rapport 1073, 55 sider. ISBN 978-82-7658-590-2
- Kart.kystverket.no. 2013. Karttjeneste med blant annet dybdekart for kystvann. (Data hentet ut 2013-09-27)
- Klif (2008). Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sediment. TA 2229/2007
- Klif (2011). Bakgrunnsdokument til veiledere for risikovurdering (TA-2803/2011).
- Klif (2011). Risikovurdering av forurenset sediment (TA-2802/2011).
- Klif (2012). Veileder for håndtering av sediment (TA-2960/2012).
- Norconsult AS. 2013. Kartlegging av marint biologisk mangfold i Lysebotn. Notat datert 2013-10-15
- SFT (1997). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (TA-1467/1997).
- Storm, Øyvind. 2013-10-15. Forsand kommune. Personlig kommunikasjon ang. utslipp innerst i Lysefjorden.
- Vann-nett.no/saksbehandler. 2013. Kartverktøy for samlet uthenting av data fra Miljødirektoratet i Trondheim og Oslo og Fiskeridirektoratet mm. (Data hentet ut 2013-09-26).

5 Vedlegg

1. Tegning utfylling molo
2. Tegning utfylling sjødeponi
3. Prøvetakingslogg sediment
4. Analyserapport fra laboratoriet

Vedleggene er vist i miljørapportens vedlegg 4: Tekniske vurderinger (inkludert sjøbunnskartlegging og grunnundersøkelser)

7.2 VEDLEGG 2 – KARTLEGGING AV MARINT BIOLOGISK MANGFOLD

Til: Lyse produksjon AS
Fra: Elisabeth Lundsør, MSc Marinbiologi
Dato: 2013-11-22

Kartlegging av marint biologisk mangfold i Lysebotn

1 BAKGRUNN

Lyse Produksjon AS planlegger bygging av nytt kraftverk i Lysebotn, Lysebotn II, til erstatning for eksisterende kraftverk. Etter innspill fra Forsand kommune og lokale organisasjoner, legges det opp til å benytte utsprenkte tunnelmasser til etablering av molo og småbåthavn innerst i Lysefjorden. Det skal fylles ut ca. 500 000 m³ løse masser i perioden 30.05.2014 til 06.11.2015 (ca 1,5 år). Den tekniske løsningen er vist i Figur 1.

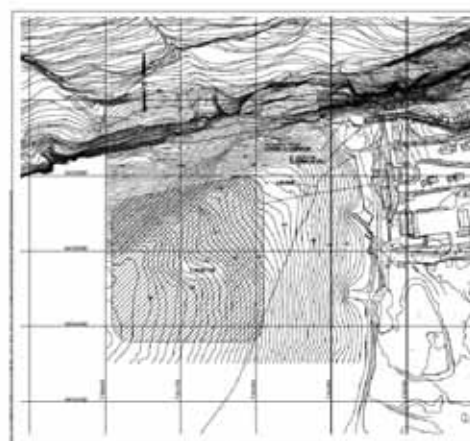
Som alternativ til etablering av molo og småbåthavn, er det vurdert å deponere tunnelmassene lenger ut i fjorden på dypere vann. Deponiets lokalisering er vist i Figur 2.

I forbindelse med Lyse Produksjon sine planer, har Havforskningsinstituttet (HI) gått gjennom kunnskapsgrunnlaget for marint biologisk mangfold. HI påpeker at det etter deres vurdering er noe mangelfull kunnskap om marinbiologien i fjorden, særlig om bunnlevende organismer. «Det anbefales derfor å kartlegge hva som finnes av marine naturverdier i aktuelle deponiområder for stein, slik at man kan unngå tildekking av eventuelle, viktige bunnlevende organismer. Dette fordi de bunnarealer som eventuelt blir dekket med større steinmasser helt vil forandre karakter.»

Det pekes på at Lysefjorden har den sørligste relikte bestand av haneskjell (*Chlamys islandica*), et kamskjell som ellers har en arktisk utbredelse. «Bestanden i Lysefjorden har blitt værende etter siste istid og er en verdifull art og naturtype. De fleste observasjonene av Haneskjell er fra ytre del av fjorden, mens det finnes en observasjon av haneskjell og kjempelilskjell ved Geitaneset.



Figur 1: Foreslått løsning for bruk av masser til kai/molo



Figur 2: Alternativ lokalitet for deponering av masser

Det er i senere år gjort nye observasjoner av svamp- og korallsamfunn i fjorder. Dette er vurdert som spesielt sårbare og verdifulle naturtyper. Det er ikke gjennomført kartlegging av disse artene i Lysefjorden.» (Dahl et al, 2013)

For prosjektet er det viktig å undersøke området for mulig utfylling/deponering med hovedfokus på de ovenfor nevnte arter og organismer for å dokumentere forekomst eller også mangel på forekomst av sårbare arter og naturtyper i de aktuelle utfyllingsområdene og foreslå eventuelle tiltak for å begrense påvirkningen. Denne vurderingen har fokusert på tiltakets varige virkninger i berørte områder, ikke primært på virkninger i anleggsfasen. Sedimentering og tilslamming i anleggsfasen er vurdert av Havforskningsinstituttet som vurderer at beregnet mengde sedimentert finstoff er betydelig lavere enn forventet naturlige sedimentasjonsrater per år og bidraget synes å være klart innenfor det som kan forventes av naturlig variasjon.

2 METODE

Foreslåtte lokaliteter for deponering av masse ble undersøkt ved videoinspeksjon av transekter av utfyllingsområdet med ROV fra båt. Det ble tatt fotografier og GPS posisjoner for dokumentasjon.

Feltarbeidet ble gjennomført 29. august 2013 av marinbiolog Elisabeth Lundsør og ROV-pilot Bjarte Seim, begge fra Norconsult AS.

Verdivurdering av området er vurdert utfra DN Håndbok 19-2001 og Statens Vegvesens Håndbok 140.



Figur 3: Undersøkt område i planområdet. Punktene Lys 1-4 ble filmet rundt punktet, mens punktene T5-T10 er startpunkt for videotransekter som er markert med grønn linje.

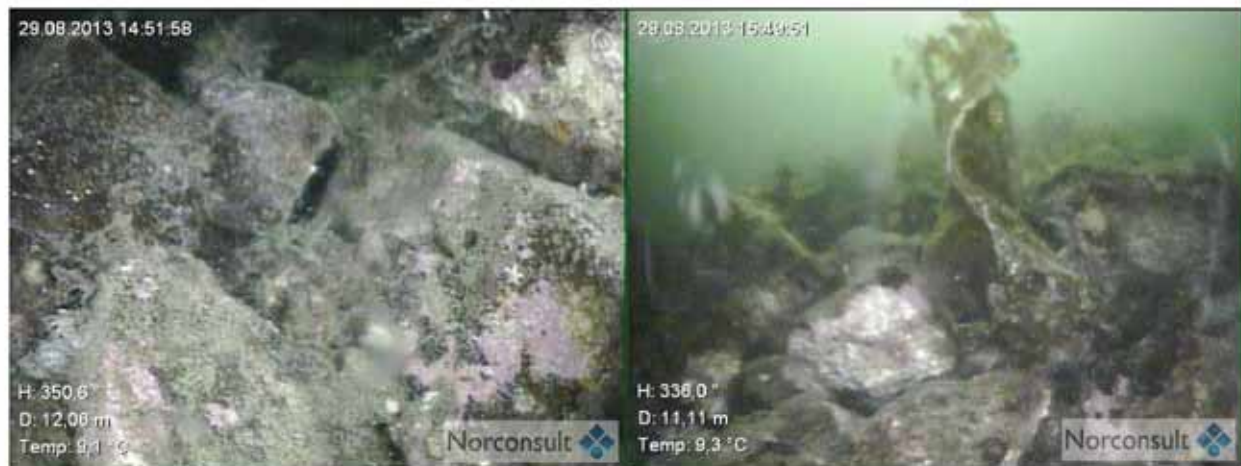
3 RESULTAT

Det ble undersøkt 4 stasjoner og 6 transekter av fjellsiden på nordsiden og inn mot kai, se Figur 3.

Skråningen på sidene er svært bratt og noen steder ligger det store steinblokker. Ned mot bunnen og langs bunnen er det sand med kråkeboller, krabber, eremittkreps og gravende skjell. Det ble observert O-skjell og kuskjell enkeltvis og sandmark/etc. som tyder på et normalt bunnmiljø. Det ble ikke observert fokusarter som haneskjell, koraller eller svamper på lokaliteten.



Figur 4: Karakteristisk sand/mudderbunn med krabber, eremittkreps og sjøfjær.



Figur 5: Karakteristisk steinete bunn nær fjellsiden mot nord



Figur 6: Karakteristisk fjellsubstrat langs fjellsiden mot nord



Figur 7: Smalt belte med makroalger den øverste meteren av vannsøylen.

Tare ble observert fra 10-12 m dyp, mens andre makroalger ikke vokste dypere enn 1 m dyp. Dette pga det bratte substratet som gjør at de skygger for hverandre så lystilgangen lengre ned blir svært begrenset. Både makroalger i fjæresonen og taren som vokste lengre ned var tydelig tilslammet.

4 NATURVERDI

Bunnmiljøet som ble observert i denne undersøkelsen er normalt for området. Det er ikke et av de prioriterte marine naturtypene og verdien vurderes som «liten» i henhold til Håndbok 140.

5 KONSEKVENSVURDERING

Deponering av masser vil dekke til det aktuelle området, men med hensyn til forringelse av naturmangfoldet vil det få liten betydning da hele området er relativt homogent og ikke er en prioritert naturtype. Avhengig av høyde på deponiet og type masser som avsettes vil det etableres et nytt habitat. Dersom deponiet blir lagt grunnere enn 20 m og det består mest av sprengstein, så vil det kunne etableres et taresamfunn her. Blir det dypere vil andre organismer etablere seg der. Utfra plantegninger og kart ser det ut til at den nye overflaten vil ligge på minimum ca. 25 m dyp. Det er derfor sannsynlig at det vil etableres tilsvarende bunnmiljøer som vist i figur 5 og 6.. Dette betyr at det blir en utvidelse av en type habitat som allerede finnes på lokaliteten. Dette vil si at det ikke vil etableres et nytt habitat, men det vil bli en forskyving der utstrekningen av bløtbunns habitatet blir noe mindre, mens hardbunns habitatet blir større.

Naturverdiene i området er ikke omfattet av spesielle prioriteringer. Tiltaket vil føre til vesentlig endring av bunnsforhold og habitat i deponi-området. Organismer som lever der i dag vil forsvinne. Det er likevel ikke sannsynlig at dette vil ha en stor effekt for økosystemet da tiltaket er relativt begrenset og det finnes stor tilgang på lignende habitat i nærområdet. Det vil ikke øke den samlede belastningen for denne naturtypen regionalt eller nasjonalt.

REFERANSER

Artskart, www.artsdatabanken.no

Dahl E., Ø. Strand, T. Strohmeier 2013. Vurdering av marinbiologiske effekter knyttet til deponering av steinmasser i Lysefjorden i forbindelse med opprustning av Lysebotn kraftverk. Notat Havforskningsinstituttet 21 juni 2013.

Direktoratet for naturforvaltning. 2007. Kartlegging av Marint Biologisk Mangfold. DN Håndbok 19-2001.

Fiskeridirektoratet, www.fikseridir.no

Naturbase, www.naturbase.no.

Statens Vegvesen, 2006. Håndbok 140 Konsekvensanalyser

Horten 2013-11-22

Elisabeth Lundsør, MSc Marinbiologi

Vedlegg: Feltnotater fra ROV-inspeksjon

7.3 VEDLEGG 3 – VURDERING AV MARINBIOLOGISKE EFFEKTER AV STEINMASSER I LYSEFJORDEN

Notat – fra Havforskningsinstituttet

Vurdering av marinbiologiske effekter knyttet til deponering av steinmasser i Lysefjorden i forbindelse med opprustning av Lysebotn kraftverk

Vi viser til kommunikasjon per telefon (5 juni 2013) og e-poster (31 mai, 6 og 7 juni 2013) vedrørende utarbeidelse av notat om konsekvenser for miljø i Lysefjorden knyttet til opprustning av Lysebotn kraftverk.

Bakgrunn

Lyse Produksjon AS planlegger opprusting av Lysebotn kraftverk. Opprustingen innebærer sprenging av nye tunneler og tunnelstein vurderes deponert i Lysefjorden. Det er foreslått at tunnelstein benyttes til etablering av støttefylling for ny molo og småbåthavn, skissert i tegning B190 og 192. Dersom etablering av støttefylling for molo av tekniske grunner ikke er tilrådelig (stabilitetshensyn), må Lyse Produksjon forberede planer for en alternativ lokalitet i fjorden der tunnelstein kan deponeres. En slik mulig lokalitet er skissert i tegning B195.

Det er oppgitt at 730.000 m³ sprengte masser skal deponeres. Ved alternativ deponering legges det opp til å legge dette ut over et område på 200x200 m og med en høyde på deponi på ca 20 m.

Fra oppdragsgiver er følgende forutsetning oppgitt:

"Andel finstoff i utsprengte masser er antatt å være 1 % av total tunnelmasse, basert på erfaring fra lignende anleggsarbeider. En del av dette vil ligge igjen i tunnelen, noe vil komme ut via tunnelvannet, men en del vil også følge med sprengsteinen til fyllingen (Bækken og Dale, 2011). Da mindre partikler blir ristet av større steinbiter og naturlig siktes under selve massehåndteringen, vil også grad av masseforflytting og mellomagring påvirke mengde finstoff som fraktes ut til deponiet.

For en gjennomsnittlig daglig produksjon av 200 billass a 15 m³ og en egenvekt av massene på 1,5 tonn/m³ gir dette 3000 m³ masse tilsvarende 4500 tonn. Ved antatt tap som følge av massehåndteringen på opptil 20 %, er det sannsynlig at opptil 36 tonn finstoff som kan ende opp i deponiet daglig og teoretisk sett vaskes ut per dag.

Finstoff defineres her som partikler under 0,2 mm (dvs finsand, silt og leire).

I dette notatet vurderes miljømessige effekter knyttet til deponering av steinmasser og spredning av finstoff fraksjon og tiltakets forhold til og mulige konsekvenser for sårbare arter, ressurser og naturtyper i fjorden.

Lysefjorden

Lysefjorden er ca 42 km lang med et terskeldyp på 14 meter og relativt smalt utløp ut mot Høgsfjorden. Overflatearealet er ca 47 km² og største dyp i fjorden er omlag 460 meter. Fjorden har tre hovedbasseng hvor det minste bassenget strekker seg fra Lysebotn ut til en dyp terskel (86 meter) ved Geitaneset. Største dyp i dette bassenget er 170 meter mens bassengene utenfor Geitaneset har største dyp på henholdsvis 330 og 460 meter.

Basert på strømmålinger ved Geitaneset i 2004-2005 er det beregnet at vannmassene mellom 5 og 15 m dyp innenfor Geitaneset har en typisk oppholdstid på 5-7 dager (Aure m fl 2007). Dette vannlaget utgjør øvre del av mellomlaget i fjorden, som ligger under brakkvannslaget og over bassengvannet. Brakkvannslaget (ned til 3-5 meter) vil ha en vesentlig kortere oppholdstid (timer –dag) avhengig av ferskvannstilførsel og vindforhold, mens bassengvannet har en vesentlig lengre oppholdstid (flere år). Strømforholdene i mellomlaget kan variere mye med dyp og kan ha flere hastigheter og retninger (se eksempel Aure m fl 2007).

Deponeringsområde

Fra tegning B195 og B190 fremgår det at deponeringsområde for småbåthavn vil være omlag 150 meter bredt og strekke seg fra strandlinjen omlag 200 meter utover til dyp på nærmere 70 meter. Alternativ deponering på 200 x 200 meter vil ligge på skrånende bunn 40-100 meters dyp. Fjorden er 600 meter bred i det innerste området mot strandlinjen ved Lysebotn. Det påvirkete område for de to alternativene utgjør dermed 25-30% av fjordens bredde men eksempelvis mindre enn 1% av totalarealet innenfor Geitaneset.

Spredning av finstoff

I denne vurderingen er det tatt utgangspunkt i at steinmassene (totalt 730 000 m³) blir deponert innenfor de angitte områdene i tegningene, mens den beregnete mengde finstoff (<0,2 mm) forutsettes å bli spredt med vannmassene utenfor dette området. Utover definisjon av finstoff fraksjon foreligger det ikke informasjon om størrelsesfordeling av finfraksjonen eller partikler større enn 0,2 mm. Noe av partikkelfraksjonen større enn 0,2 mm vil sannsynligvis spres til området i nærheten av de angitte deponeringsområdene, men dette er ikke vurdert her.

Synkehastighet for finstoff fraksjonen (<0,2 mm) kan variere svært mye, i første rekke avhengig av størrelsesfordelingen, men også hvor i vannsøylen dette tilføres. Det kan antas at synkehastighet på 0,2 mm store mineralpartikler er i størrelse 0,5-1 cm s⁻¹. Dette tilsvarer 400-800 meter per døgn. Sedimentering av dette vil sannsynligvis skje nært deponeringsområdet. Mindre partikler (for eksempel 0,02 mm store) vil kunne spres langt ut i fjorden avhengig av strømhastighet og hvor nært overflaten utslippet skjer.

Sedimentering

Sedimentering av finstoff fraksjonen vil hovedsaklig skje i bassengområdet innenfor Geitaneset som er omlag 5 km². Forutsettes en jevn fordeling av sedimentert finstoff til bunn i dette området vil den daglige produksjonen av 36 tonn finstoff tilsvare sedimentering av

$7,2 \text{ g m}^{-2} \text{ dag}^{-1}$. Basert på oppgitt daglig deponering av 3000 m^3 steinmasser tar det 243 dager å deponere all masse. Det er oppgitt at deponeringen vil skje over omlag 2 år slik at den årlige deponering da blir 880 g m^{-2} .

Av kunnskap om sedimentering av mineralsk fraksjon i norske fjorder er undersøkelser av Husum og Alve (2006) og Alve, E (personlig meddelelse) fra en rekke fjorder på Sørlandet vurdert som relevant siden det her er tilbakekalkulert sedimentering omlag hundre år. Basert på datering av kjerneprøver varierer total årlig sedimentert materiale i skala $300\text{-}4300 \text{ g m}^{-2} \text{ år}^{-1}$. Av dette utgjør organisk karbon 4-6%. Den gjennomsnittlige sedimentering fra finstoffet til bassenget innenfor Geitaneset ligger i nedre del av dette, også tatt i betraktning nærheten til Lyseelven som er den viktigste kilden for naturlig mineralsk stoff. Undersøkelser i fjorder påvirket av breslam viser sedimenteringsrater fra $10\text{-}20 \text{ cm år}^{-1}$ ved utløpets elvedelta, 4 mm år^{-1} i avstand 2.2 km fra elvedelta til $1,2 \text{ mm år}^{-1}$ i avstand 6.6 km (se Aarseth 1997). Den gjennomsnittlige beregnede sedimentering i bassenget innenfor Geitaneset tilsvarer $0,5 \text{ mm år}^{-1}$.

Forutsetter vi at hele den beregnede finstoff fraksjon sedimenterer i bassenget innenfor Geitaneset er dette på et nivå i nedre del av det som naturlig sedimenterer. En del av finstoff fraksjonen vil transporteres utover forbi Geitaneset og spres, mens en betydelig del vil sedimentere i nærområdet hvor naturlig sedimentering er svært høy. Det vurderes slik at bidraget fra finstoff fraksjonen fra tiltakene knyttet til deponeringen de to årene aktiviteten er planlagt, er av beskjedne karakter sett i forhold til naturlig sedimentering av mineralske partikler i fjorder. Det bør også nevnes at indre del av Lysefjorden årlig er utsatt for steinras med påfølgende spredning av finstoff som sannsynligvis overstiger den naturlige variasjonen i upåvirket fjord. Havforskningsinstituttet hadde sommeren 2011 instrumenter i fjorden (1 km fra Lysebotn) som over tid målte turbiditet (konsentrasjon av partikler) i 7 meters dyp. Det ble registrert korte perioder med høye verdier knyttet til ras-hendelser på andre siden av fjorden.

Tiltakets forhold til og mulige konsekvenser for sårbare arter, ressurser og naturtyper i fjorden

Det er i vurderingen av tiltakets mulige konsekvenser for sårbare arter, ressurser og naturtyper lagt til grunn vår generelle kunnskap om fjorden gjennom forskningsaktivitet, offentlige registreringer, innhenting av kunnskap fra kollegaer ved Havforskningsinstituttet, innspill fra personer med lokal kjennskap til fjorden og faglitteratur knyttet til fjorden. Viser forøvrig til vurderinger gjort i Tysse m fl (2013). Dette kan oppsummeres som følger.

Sterke tidevannstømmer finnes i liten grad på Sørvestlandet. Indre del av Lysefjorden har ikke naturtypen sterke tidevannstrømmer som følge av lav amplitude og liten faseforskjell mellom tidevannsbølger. Naturtypen sterke tidevannstrømmer kan i Lysefjorden bare defineres i terskelområdet ved innløpet til fjorden og eventuelle verdier knyttet til naturtypen er ikke berørt av tiltaket.

I Fiskeridirektoratets registreringer for rekefelt er indre halvdel av Lysefjorden til en avstand på omlag 1 kilometer fra strandlinjen i Lysebotn angitt som rekefelt.

I Fiskeridirektoratets registreringer er det gytefelt for brisling i hele Lysefjorden. Det foregår sporadisk fiske etter brisling i hele fjorden.

Laks og sjørret går opp i Lyseelven, og det planlagte deponeringsområdet for småbåthavn berører muligens deler av transittområde for fisk, som er på vei ut eller opp i elven.

I forbindelse med "Nasjonal kartlegging av marine naturtyper" undersøkte Havforskningsinstituttet gytefelt for torsk i Lysefjorden i mars 2013. Basert på resultatet av denne kartleggingen sammen med Fiskeridirektoratets intervjuundersøkelser vil det ikke bli rapportert om gytefelt for kysttorsk i Lysefjorden.

Lysefjorden har den sørligste relikte bestand av Haneskjell (*Chlamys islandica*), et kamskjell som ellers har en arktisk utbredelse. Bestanden i Lysefjorden har blitt værende etter siste istid og er en verdifull art og naturtype. De fleste observasjonene av Haneskjell er fra ytre del av fjorden, mens det finnes en observasjon av Haneskjell og Kjempefilskjell ved Geitaneset. Det er i senere år gjort nye observasjoner av svamp og korall samfunn i norske fjorder. Dette er vurdert som spesielt sårbare og verdifulle naturtyper. Ut i fra dykkeobservasjoner i Lysefjorden vet vi at det finnes mye svamper i slektene *Geodia sp.* og *Phakelia sp.* i ytre del, og *Phakelia sp* og andre ikke navngitte svamper innenfor Geitaneset (personlig meddelelse fra undervannsfotograf Erling Svensen). Vi er ikke kjent med observasjoner av koraller Lysefjorden innenfor dykkedyp. Vurdering av sannsynlighet for at det finnes koraller på dypere vann i fjorden kan baseres på at fjordens karakter ligner på andre fjorder hvor koraller er observert. For å få klarhet i forekomst av svamp og koraller i (indre) Lysefjorden under dykkedyp bør dette undersøkes med fjernstyrt undervannsfarkost (ROV).

En samlet vurdering av det beskrevne tiltaket viser at deponert masse vil berøre 25-30% av fjordens bredde ved strandlinjen i Lysebotn, men eksempelvis mindre enn 1% av totalarealet innenfor Geitaneset. Beregnet mengde sedimentert finstoff (< 0,2 mm) i bassengområdet innenfor Geitaneset er betydelig lavere enn forventet naturlige sedimentasjonsrater per år og bidraget synes å være klart innenfor det som kan forventes av naturlig variasjon. Tiltaket bør også sees i lys av at Lysefjorden årlig er utsatt for steinras, som sannsynligvis tilfører konsentrasjoner av finstoff, som overgår den naturlige variasjonen i upåvirket fjord. Basert på disse vurderingene, kunnskapen vi så langt med begrenset innsats har samlet om dagens marinøkologiske forhold i fjorden, vurderer vi det slik at det er det lite sannsynlig at tiltaket vil få vesentlige konsekvenser for sårbare arter, ressurser og naturtyper i fjorden.

Vi vil påpeke at vår vurdering er basert på eksisterende kunnskap om fjorden, som særlig for de dypere deler, inkludert livet på bunn, er mangelfull. Eksempelvis så vil de bunnarealer som eventuelt blir dekket med større steinmasser helt forandre karakter. Det anbefales derfor å kartlegge hva som finnes av marine naturverdier i aktuelle deponiområder for stein, slik at man kan unngå tildekking av eventuelle, viktige bunnlevende organismer. Det anbefales også

å utføre kartlegging av svamp og koraller i de dypere deler av området mellom Geitaneset og Lysebotn.

Sett i et lengre perspektiv vil endringer i ferskvannstilførselen til fjorden, som et resultat av at Lysebotn kraftverk rustes opp, sannsynligvis kunne påvirke fjordens økosystem (Skreslet m fl 1976; Kaartvedt 1984) og kunne få konsekvenser for sårbare arter, ressurser og naturtyper som finnes i Lysefjorden.

Referanser

Aarseth I. 1997. Western Norwegian fjord sediments: age, volume, stratigraphy, and role as temporary depository during glacial cycles. *Marine Geology* 143: 39-53.

Aure J, Strand O, Erga SR, Strohmeier T. 2007. Primary production enhancement by artificial upwelling in a western Norwegian fjord. *Marine Ecology-Progress Series* 352:39-52.

Husum, K. og Alve, E. 2006. Retrospektiv foraminiferfauna. I Effekter av oksygenstrik på fjordfauna, (Red. Buhl-Mortensen, L). *Fisken og Havet*, nr 3. Kap 7. S 87-97.

Kaartvedt S. 1984. Vassdragsregulerings virkning på fjorder. *Fisken og Havet* 1984 nr. 3:1-104.

Skreslet S, Leinebø R, Matthews JBL, Sakshaug E. 1976. Freshwater on the sea. Proceedings from a symposium on the influence of fresh-water outflow on biological processes in fjords and coastal waters, 22.-25. April 1974, Geilo, Norge. The Association of Norwegian Oceanographers, Oslo 1976.

Tysse T, Torvik SE, Ledje U. 2013 Konsekvenser for naturmangfold ved etablering av 420 kV kraftledning Lysebotn – Stølaheia. *AMBIO Miljørådgivning AS* , Rapport nr 25240-1

Vennlig hilsen

Einar Dahl
Programleder

Øivind Strand
Forsker

Tore Strohmeier
Forsker

7.4 VEDLEGG 4 – TEKNISKE VURDERINGER (INKLUDERT SJØBUNNSKARTLEGGING OG GRUNNUNDERSØKELSER)

Lyse Produksjon AS

Sjødeponi med småbåthavn. Tekniske vurderinger

2013-12-09 Oppdragsnr.: 5113188



J04	2013-12-09	Tilføyd geotekniske vurderinger	BFI/ARELO/ ONFMU	BFI/ARELO/ ONFMU	WIMAT
J03	2013-11-21	Endelig rapport	BFI/ARELO/ ONFMU	BFI/ARELO/ ONFMU	WIMAT
J02	2013-10-22	Endelig rapport	BFI/ARELO/ ONFMU	BFI/ARELO/ ONFMU	WIMAT
A01	2013-10-18	Intern versjon for fagkontroll	BFI/ARELO/ ONFMU	BFI/ARELO/ ONFMU	WIMAT
Rev.	Dato:	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Innhold

1	Geoteknisk vurdering av sjødeponi	5
1.1	Utførte undersøkelser	5
1.2	Bunn- og grunnforhold	5
1.3	Stabilitet	6
1.4	Anslått volum av sjødeponi for molo	6
1.5	Fangvoll for småbåthavn	7
2	Dimensjoneringskriteriene for småbåthavnen	9
2.1	Vind	9
2.2	Bølger	10
2.3	Tidevann	11
2.4	Oppskylling	11
2.5	Oppsummering	11
2.5.1	Skredfare	11
2.5.2	Klimaendringer	12
3	Utforming med hensyn til fremtidig båttrafikk	13
4	Referanser	14
5	Vedlegg	15
5.1	Vedlegg 1. Tegninger	16
5.2	Vedlegg 2. Ekkolodding og akustisk sjøbunnskartlegging. GEOMAP 06.05.2013	17
5.3	Vedlegg 3. Grunnundersøkelser (boringer). Multiconsult AS 20.09.2013	18
5.4	Vedlegg 4. Prøvetaking for miljøundersøkelser. Norconsult, 02.10.2013.	19
5.5	Vedlegg 5. Fergen Strand. Tekniske data	20
5.6	Stabilitetsberegninger, utfylling for molo	21
5.7	Stabilitetsberegninger, fangvoll for småbåthavn	22

Sammendrag

Denne rapporten tar for seg de tekniske vurderinger som er utført i forbindelse med prosjektering av sjødeponi for småbåthavn og småbåthavn i Lysebotn.

De geotekniske vurderingene baserer seg på ekkolodding, akustisk sjøbunntekning og borer og utført sommeren 2013. På grunnlag av dette er det valgt en utfyllingsform av sjødeponiet som gir tilfredsstillende sikkerhet mot utglidning.

Fangvoll for rassikring utføres med gabionmur, plassert på en steinfylling med motfylling opp til kote – 6.

Utover dette er det gjort tekniske vurderinger for småbåthavnen mht. vind, bølger, tidevann, oppskylling, skredfare og klimaendringer.

Endelig utforming av småbåthavnen er planlagt i samarbeid med fergeselskapet Norled og etter innspill fra fergekaieier Statens vegvesen.

1 Geoteknisk vurdering av sjødeponi

1.1 UTFØRTE UNDERSØKELSER

Det er utført følgende undersøkelser av bunn- og grunnforhold for å kunne prosjektere utfylling av tunnelstein i sjøen ved Lysebotn:

- Ekkolodding og akustisk sjøbunnskartlegging. GEOMAP, rapport av 06.05.2013 (Vedlegg 2)
- Grunnundersøkelser (boringer). Multiconsult AS, rapport av 20.09.2013 (Vedlegg 3)
- Prøvetaking for miljøundersøkelser. Norconsult, rapport av 02.10.2013 (Vedlegg 4)

1.2 BUNN- OG GRUNNFORHOLD

GEOMAP har basert på ekkolodding laget et bunnkotekart med ekvidistanse 2 m. Dette viser at sjøbunnen faller bratt utover, i aktuelt utfyllingsområde 1:2 til 1:4. Registrering av vanndybder ved borpunktene stemmer bra med kotekartet med unntak av ett borpunkt nr. 10 der det var avvik på 5 m. Her faller sjøbunnen bratt så dette kan skyldes unøyaktighet i innmåling av borpunktet.

De akustiske undersøkelsene indikerte et lag med bløte sedimenter over største del av området, med tykkelse på ca 4 m. Sammenholdt med boringene er dette mest sannsynlig løst til middels fast lagret sand med innhold av silt og leire.

Boringene viser at grunnen består av sand, grus og stein, med økende fasthet med dybden. Det er i mange punkter et løsere sandlag på et par meter tykkelse nærmest sjøbunn. Borpunkt 1 nærmest land i nordøst viser ca. 20 m dybde til berg fra sjøbunn (berg på ca. kote – 25). For øvrig er boringene avsluttet i faste masser inntil 30 m under sjøbunn uten å treffe berg. Det er ikke påvist lag av silt eller leire i borpunktene.

Det var ikke mulig å ta prøver av massene i dybden fordi prøvesylinderen stoppet mot steiner. Prøvetaking i punkt 3 nær anleggskai viser sand og noe grus ned til 3 m dybde, med et lag med høyt organisk innhold på 1,5 m dybde.

Prøvetaking av topplag med grabb viser i de fleste punktene sand. I punktene 4A-D på dypet (utenfor planlagt fyllingsfot) er det påvist et lag med bløte sedimenter.

1.3 STABILITET

Det er opplyst at en utfylling som ble lagt ut på tipp fra land på 1980-tallet gled ut i sjøen. Dette skyldes trolig at det ble benyttet for bratt skråning. På grunn av den steile sjøbunnen vil en utfylling med naturlig skråningsvinkel ikke være stabil i stor høyde når bunnen består av sand.

Det er bestemt at tunnelmassene skal benyttes til å bygge opp en molo for småbåthavn. Det må benyttes relativt slak skråning der en starter fra yttersiden og bygger opp fyllingen i lag, med lagtykkelser på 10-15 m. Ytterste laget avsluttes med helning ca. 1:2, mens øvrige lag kan avsluttes i naturlig rasvinkel. Gjennomsnittlig skråningsvinkel er foreslått til 1:2,5 ned til kote – 15 og 1:4 videre utover. Denne slake skråningen tar høyde for et glideskikt av sand mot bratt sjøbunn. Overskuddsmasse kan legges på sjøbunnen utenfor. Det vises til tegninger for småbåthavna.

Vi har foretatt stabilitetsberegning for utglidning av fyllingen. Ugunstigste tilfelle er en glideflate som følger nåværende sjøbunn. Beregningene er utført med programmet GeoSuite Stabilitet. Beregningene er utført for to alternative forutsetninger vedr. geotekniske parametre: alternativ 1 forutsetter løs sand med friksjonsvinkel 25 grader, alternativ 2 forutsetter silt—leire med friksjonsvinkel 20 grader, ref. Vedlegg 6.

Alt. 1 gir en sikkerhet (materialfaktor) på 2,0 mens Alt. 2 gir 1,55. Vi anser alt. 1 som mest sannsynlig scenario. Vi mener 2,0 er et ønsket sikkerhetsnivå fordi det er usikkerheter knyttet til grunnforhold. Fyllingen går ut på stort dyp der det ikke var mulig å få tatt prøver for analyse av styrkeparametre. Videre er det usikkerhet til hvilken nøyaktighet man oppnår på fyllingsprofilen på så store vandyp.

Utlegging av tunnelmassene må utføres fra lekter, der en starter utenfra med første lag og fører dette inn mot sjøbunn før en starter med neste lag. Det forutsettes at oppfyllingskoter kontrolleres ved ekkolodding.

Miljøundersøkelsen har vist at det ikke er behov for spredningsreducerende tiltak eller miljømessig overvåking under utfyllingen, ref. rapport "Miljøundersøkelse i forbindelse utfylling og risikovurdering", Norconsult 22.10.2013, Henvisninger og Vedlegg 4.

1.4 ANSLÅTT VOLUM AV SJØDEPONI FOR MOLO

Overslag/beregninger viser at totale mengder tunnelmasse som skal transporteres ut i forbindelse med tunneldriving nede i Lysebotn, og som ikke skal brukes til andre formål, er ca. 330.000 m³ teoretiske faste masser (fm). Erfaringstall tilsier en utvidelseskoeffisient på 1,73 til lagrede masser i sjødeponi, noe som gir ca. 570.000 m³ løse masser (lm) som er tilgjengelig som fundament for småbåthavn/molo.

Støttefylling/fundament for molo (tiltaket) er utformet for å gi stabilt og sikkert underlag for molo hensyntatt grunnforholdene. Utforming er vist på tegningene B190-B194. Med det som grunnlag er det utført overslag over hvilket volum som trengs til fundament for småbåthavn/molo. Overslaget viser at det vil gå med ca. 400.000 m³ løst anbragte masser (lm).

Ved fylling i sjø/vann er det viktig å være oppmerksom på at det kan gå med mye mer masse enn teoretisk beregnet i profilene. Dette kommer av unøyaktigheter/feil i bunnkotekart, setning i grunnen når den belastes av fyllingen, egensetting i fyllingen, unøyaktighet i beregning av utvidelseskoeffisient, unøyaktigheter i beregning av volum, prosjektendringer som medfører at det sprenges ut mindre fjell enn beregnet og unøyaktighet i utlegging av massene. For å være sikker på at det er nok masser til å fullføre tiltaket på en god og sikker måte legger prosjektet til grunn en

usikkerhet på 25 %. Det vil si at tiltaket må ha tilgjengelig 500 000 m³ løst anbragte masser (lm). Prosjektet vil dermed få overskuddsmasser på minimum 70 000 m³.

Lyse Produksjon AS vil undersøke mulighetene for alternativ bruk/deponering av overskuddsmasser i tråd med de signaler som er mottatt fra Fylkesmannen.

1.5 FANGVOLL FOR SMÅBÅTHAVN

For å sikre småbåthavna mot steinsprang fra den bratte fjellsiden i nord skal det etableres en fangvoll, ref. NGI Teknisk notat 20130766-01-TN. Fangvollen bygges som en 6 m høy, 5 m bred og ca. 105 m lang gabionmur med 5 m høyt fanggjerde på toppen, ref. Vedlegg 7 side 1. Fangvollen plasseres på en 11 m bred sprengsteinsfylling som går ut i sjøen med skråning 1:1,5 til 1:2 på innsiden av moloen.

Det er regnet stabilitet i to snitt, Snitt B og C, ref. Vedlegg 7 side 2-4. Det er utført en boring i området, borpunkt 1 nær snitt B der det er 5 m løs til middels fast sand over 15 m faste friksjonsmasser (stein/grus), over berg. I snitt B har sjøbunnen slak helning (ca. 1:3), og det er antatt løsmasser under fyllingen. I snitt C heller terrenget bratt (ca. 1:1) til ca. kote -12, og det er trolig bart fjell. Ved kote -12 flater sjøbunnen ut, og det er antatt løsmasser videre utover. Lagdelingen i snittene må betraktes som omtrentlig grunnet begrensede grunnundersøkelser. I snitt B er det beregnet for skråningshelning 1:1,5 og 1:2. For snitt C er det beregnet uten og med motfylling opp til kote -6, ref. Vedlegg 7 side 4 og 5. Motfyllingen er 10 m bred med helning 1:1,5 i front.

Jordparameterne benyttet i beregningene er valgt ut ifra Statens vegvesen Håndbok 016. Laveste sjøvannstand er satt til kote -0,85 som tilsvarer laveste observerte på stedet.

I beregningene er det benyttet en linjelast på 676 kN (grunntrykk = $676 / 5,1 \approx 133$ kPa) for å simulere vekten av gabionmuren og fanggjerdet på toppen.

Beregningsresultatene er oppsummert under:

Snitt	Sikkerhetsfaktor, F_s
B, helning 1:1,5	1,35
B, helning 1:2	1,43
C uten motfylling	1,30
C med motfylling	1,63

Beregningene viser tilfredsstillende stabilitet ($F_s > 1,4$) i snitt B med skråning 1:2, og i snitt C med motfylling. Beregningen for snitt C uten motfylling viser for lav sikkerhet, og hvis det er løsmasse på den bratte skråningen nær land kan sikkerheten være lavere. Det anbefales derfor å legge ut en

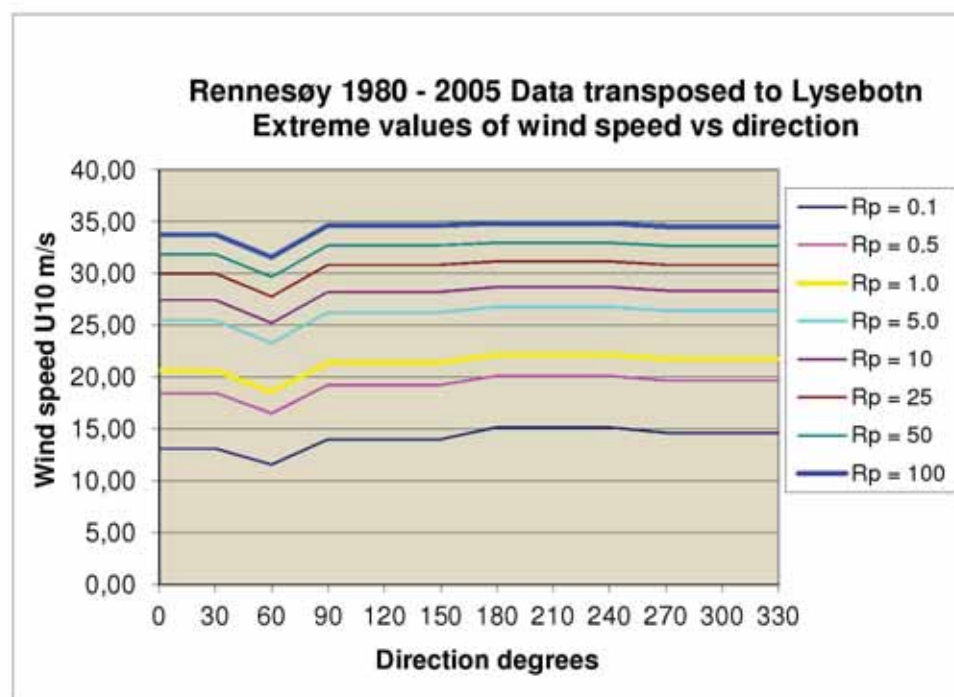
motfylling opp til kote – 6 som angitt. Lokal stabilitet ved fronten av motfyllingen er tilfredsstillende med $F_s = 1,4$. I området uten motfylling (snitt B) benyttes skråning 1:2.

2 Dimensjoneringskriteriene for småbåthavnen

Dette kapitlet ser på dimensjoneringskriteriene brukt i beregningsgrunnlaget for oppbygging av småbåthavn.

2.1 VIND

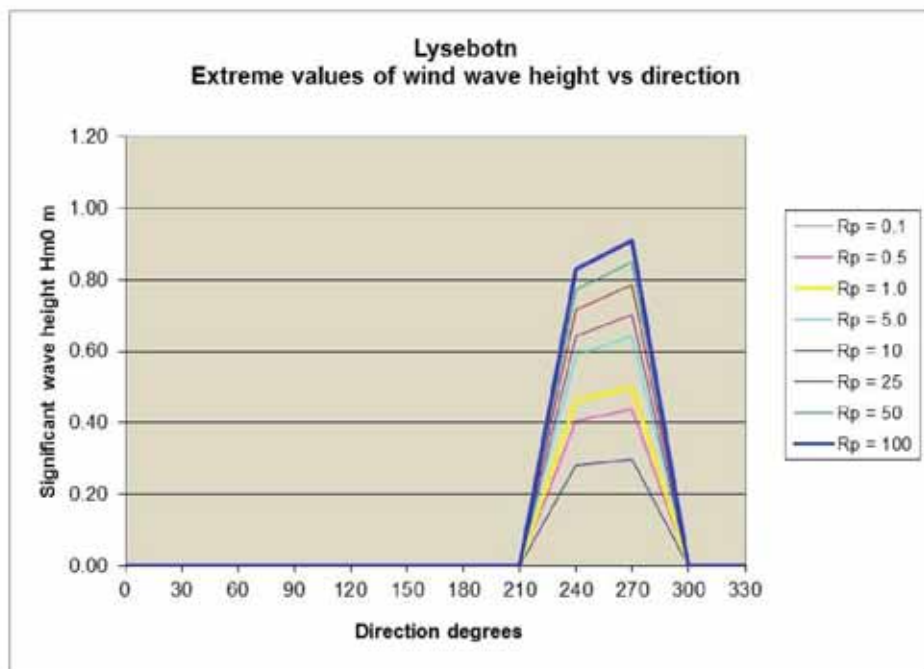
Vi har benyttet tilgjengelige vind-data fra Rennesøy målestasjon (1980-2005). Resultatene fra vind-data analysen er vist i Figur 1. Lysebotn ligger relativt beskyttet og det er derfor konservativt å bruke vind-dataene fra en mer værutsatt målestasjon.



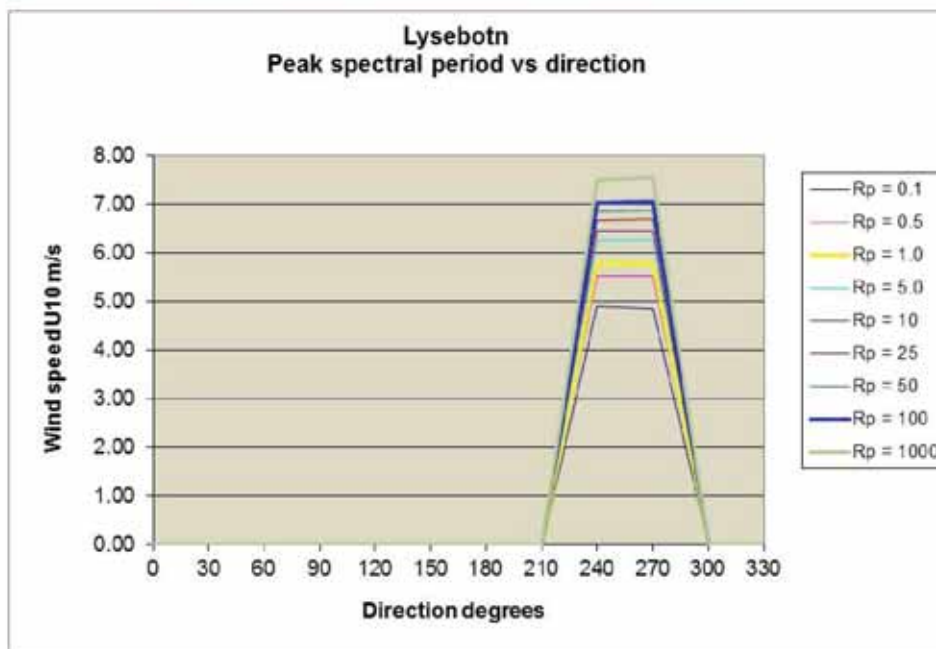
Figur 1 Ekstremverdier av 10min middelvind fra Rennesøy målestasjon. Det er foretatt en utjevning av data på naboretninger, slik at retningsvariasjonen er liten. Rp er returperioden i år.

2.2 BØLGER

Det er beregnet bølger fra alle mulige strøk inn mot Lysebotn og beregnet hvor ofte en gitt bølgehøyde vil oppstå, dvs. returperiode. På grunn av beliggenheten til Lysebotn får vi bare bølger fra vestlig sektor (240° og 270°), som vist i resultatene i Figur 2 og Figur 3.



Figur 2 Fordeling av ekstremverdier for signifikant bølgehøyde



Figur 3 Ekstremverdier og returperioder av 'peak spectral bølgeperioder.

Resultatene viser at bølgene kommer opp mot 0.9 m med en returperiode på 100 år og 0.5 m med en returperiode på 1 år (periode mellom 5.5 s og 7 s). Den beregnede perioden er forholdsvis høy fordi strøket mot vest er forholdsvis langt, ca. 25 km i retning Prekestolen

Dimensjonerende bølge: $H_s = 0.9$ m, $T_p = 7$ s.

2.3 TIDEVANN

Høyvannsnivå ved 100 års returperiode i Stavanger er lik 124 cm over NN1954. Observert landheving for dette området er 3 cm siden 1954, dvs. 0.9mm per år. Forutsatt at beregnet heving av middelvannspeil fra rapporten 'Klima i Norge' slår til er forventet høyvannsnivå ved 100 års returperiode i 2100: 202cm over NN1954.

Dimensjonerende vannstand er derfor: 202cm over NN1954

2.4 OPPSKYLLING

For en småbåthavn ble det beregnet oppskylling ved 10 % godtatt overskylling ved 100 års returperiode storm. Dette tilsvarer 1.05 m over stillevannsnivå i dimensjonerende situasjon.

Kote for molotoppen er dermed beregnet til:

$$2.02\text{m} + 1.05\text{m} = 3.07\text{m over NN1954}$$

2.5 OPPSUMMERING

Relevante tema fra NVE er

1. Skredfare
2. Klimaendringerer

2.5.1 Skredfare

Hele Lysefjorden må ansees som utsatt for mulige skred. Moloen og småbåthavna er imidlertid ikke bygget som permanente oppholdssteder. Ved mulige skred fra Little Ramnafjellet (nord for Lysebotn) vil den planlagte rassikringsvollen tjene som skredforbygning og vil kunne hindre at skredmasser glir langs bunnen og fram til fergekaia, der man må forvente et mulig større antall mennesker. Se rapport fra NGI under Henvisninger.

Ved lokale skred i nærheten av Lysebotn vil moloen og den underbygning som moloen ligger på være med å dempe de bølgene som genereres når skredmassene treffer vannet. Forsøk utført i forbindelse med Åkneset viser at bølgehøyden øker med den lokale dybden på innslagsstedet, og den reduserte dybden ved Lysebotn vil derfor virke positivt på lokale skred.

Muligheten for større fjellskred lenger ute i Lysefjorden har vært undersøkt tidligere, bl.a. i forbindelse med utredninger om Høgsfjordbrua. Dersom en slik hendelse skulle inntreffe, så vil teoretisk sett en redusert dybde gi en økning av den lokale bølgehøyden

De bølgene som vil genereres er imidlertid så lange at den planlagte utfyllingen og moloen ikke vil påvirke bølgene i positiv eller negativ retning.

2.5.2 Klimaendringer

Klimaendringer er tatt hensyn til ved vind- og bølgeberegninger og ved bestemmelse av nødvendig høyde. Vind-data er hentet fra en stasjon som ligger mer eksponert enn Lysebotn, og det er innkalkulert en mulighet for at vinden kan endre retning med inntil 60°. Nødvendig høyde er basert på projisert netto havnivåstigning i 2100 hentet fra "Klima i Norge 2009"

4 Referanser

Rapport 5113188-001 "Miljøundersøkelse i forbindelse utfylling og risikovurdering"
Norconsult 22.10.2013

Teknisk notat 20130766-02 "Sikring av småbåthavn" NGI 29.11.2013

5 Vedlegg

1. Tegninger

B189 Småbåthavn. Snitt C og D

B190 Småbåthavn. Områdeplan.

B191 Småbåthavn. Situasjonsplan

B192 Småbåthavn. Typiske snitt. Oversikt

B193 Småbåthavn. Snitt B og snitt grøft og veibane topp molo

B194 Småbåthavn og sjødeponi. Situasjonsplan

2. Ekkolodding og akustisk sjøbunnskartlegging. GEOMAP 06.05.2013

3. Grunnundersøkelser (boringer). Multiconsult AS 20.09.2013

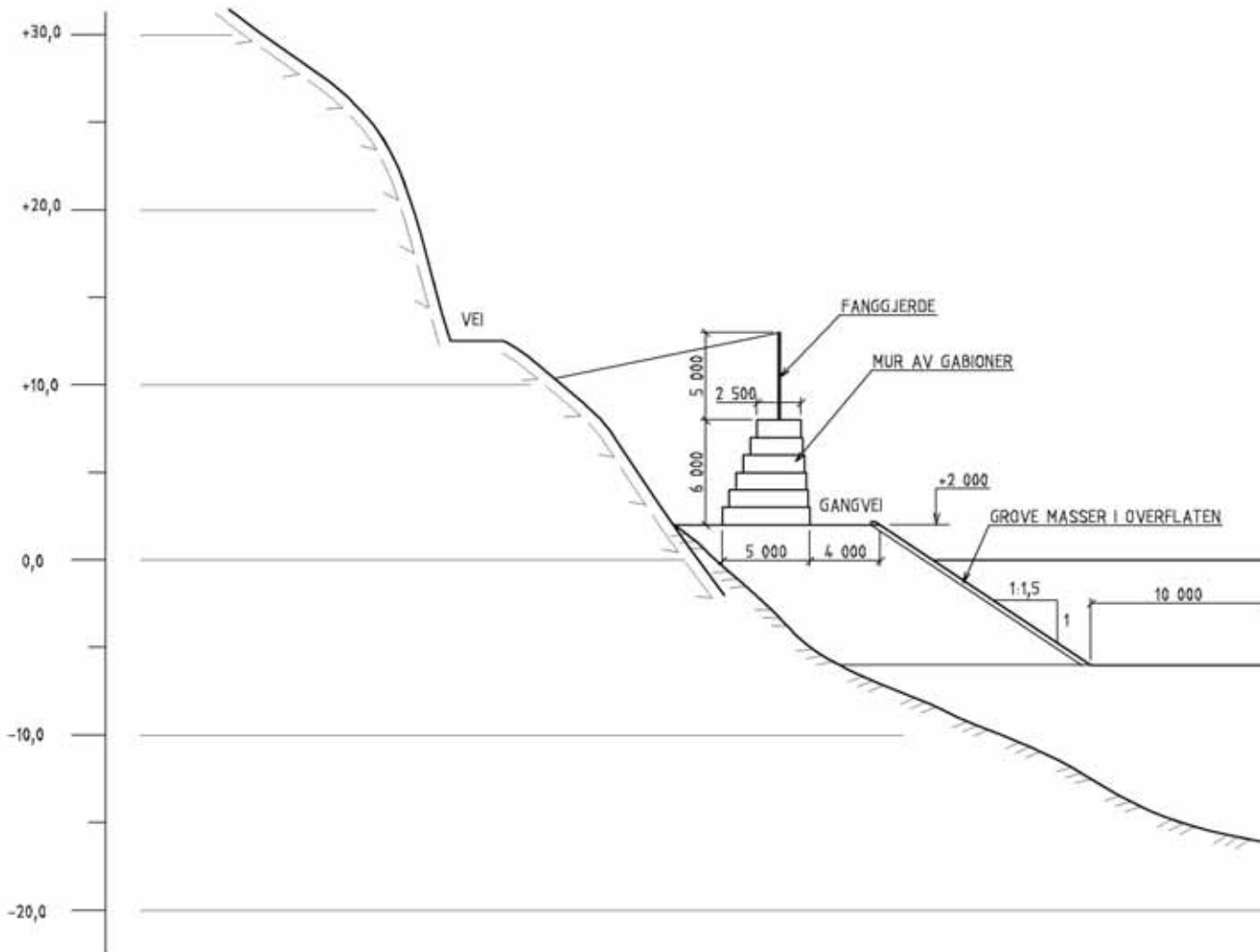
4. Prøvetaking for miljøundersøkelser. Norconsult, 02.10.2013.

5. Fergen Strand. Tekniske data

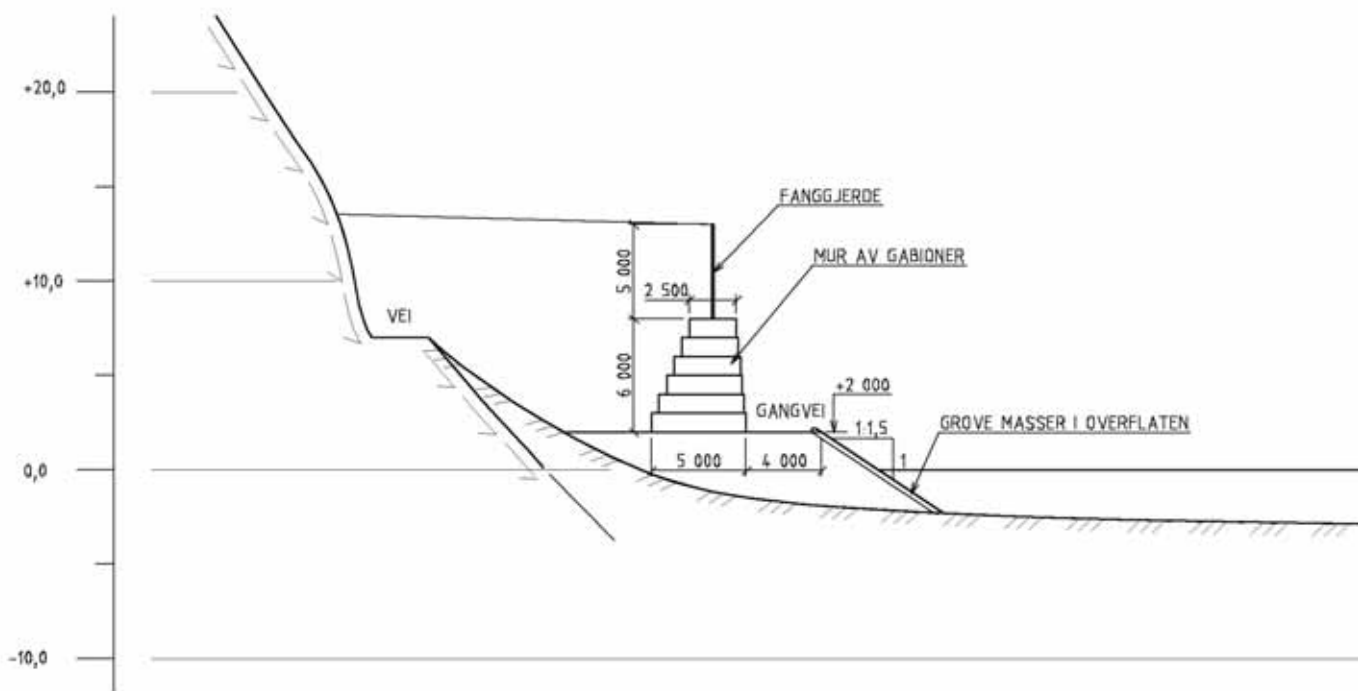
6. Stabilitetsberegninger, utfylling for molo

7. Stabilitetsberegninger, fangvoll for småbåthavn

5.1 VEDLEGG 1. TEGNINGER



SNITT C
1:200 B190



SNITT D
1:200 B190

INSPEKJONSKUM
VANNLEDNING

TREKKEKUM

AVLØPSRØR
FRA ANLEGGSSVEI

VANNLEDNING

TREKKERØR

LYSMAST

VERNET OMRÅDE

10 000

EKSISTERENDE MOLO FJERNES

SMÅBÅTHAVN

4 000
TYPISK

20 500

8 000

22 500

LYSMAST

FLYTEBRYGGE

GANG/KJØREVEI

LYSMAST

MOLOKRONE

CA 18 000

5 000

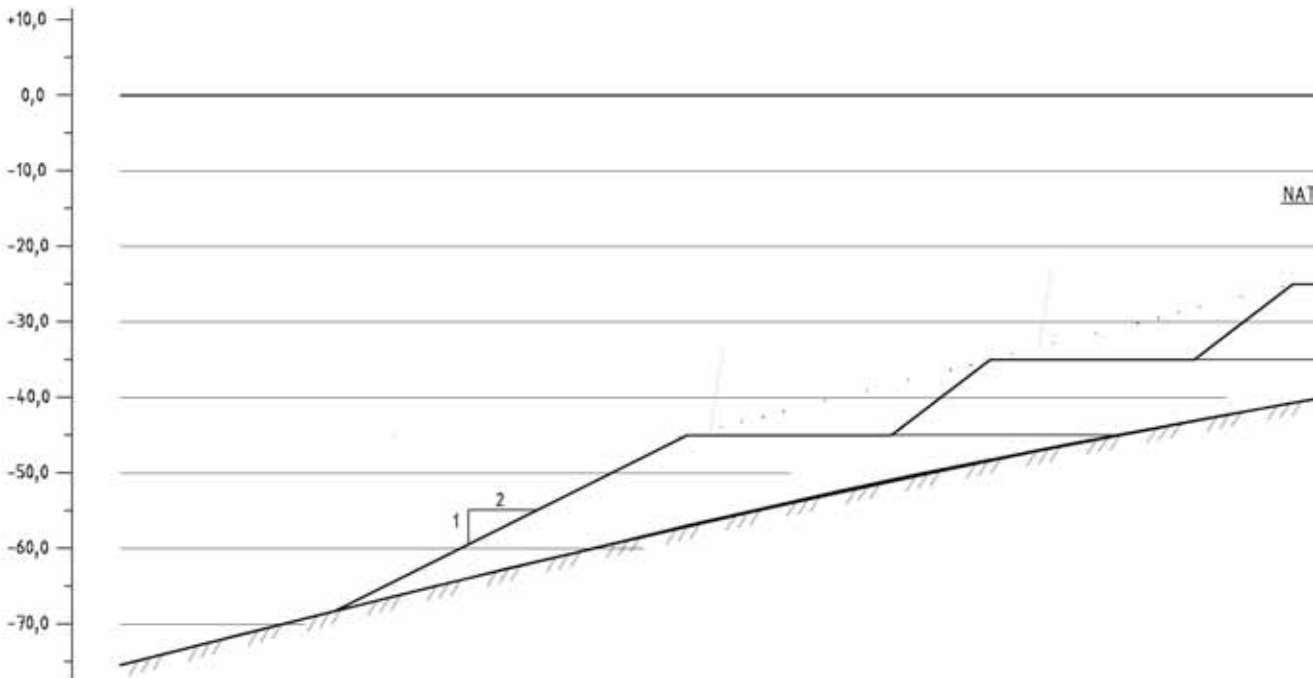
24 500

74 141

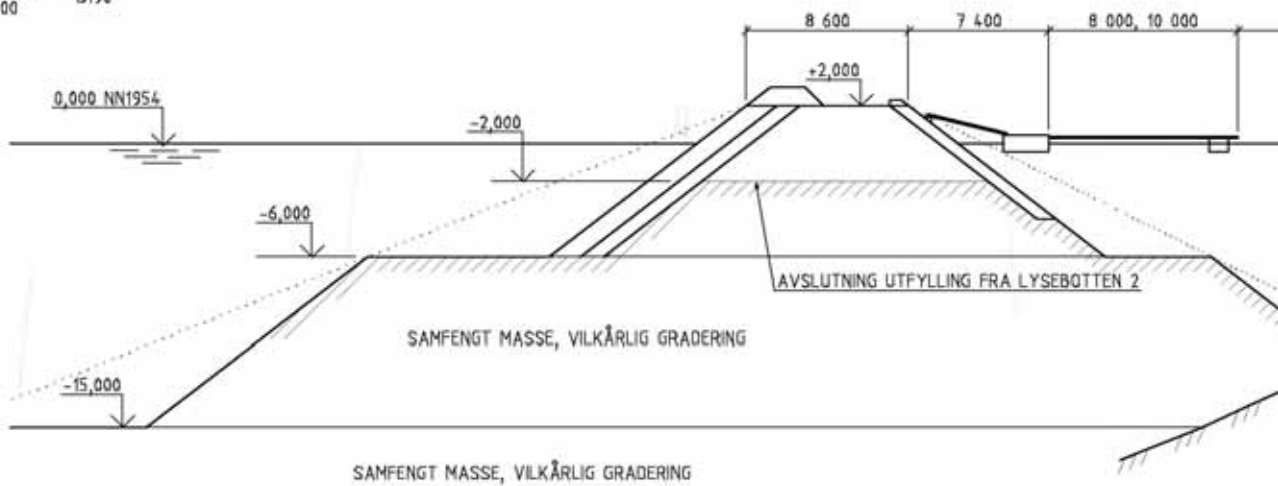
44 641

SITUASJONSPLAN

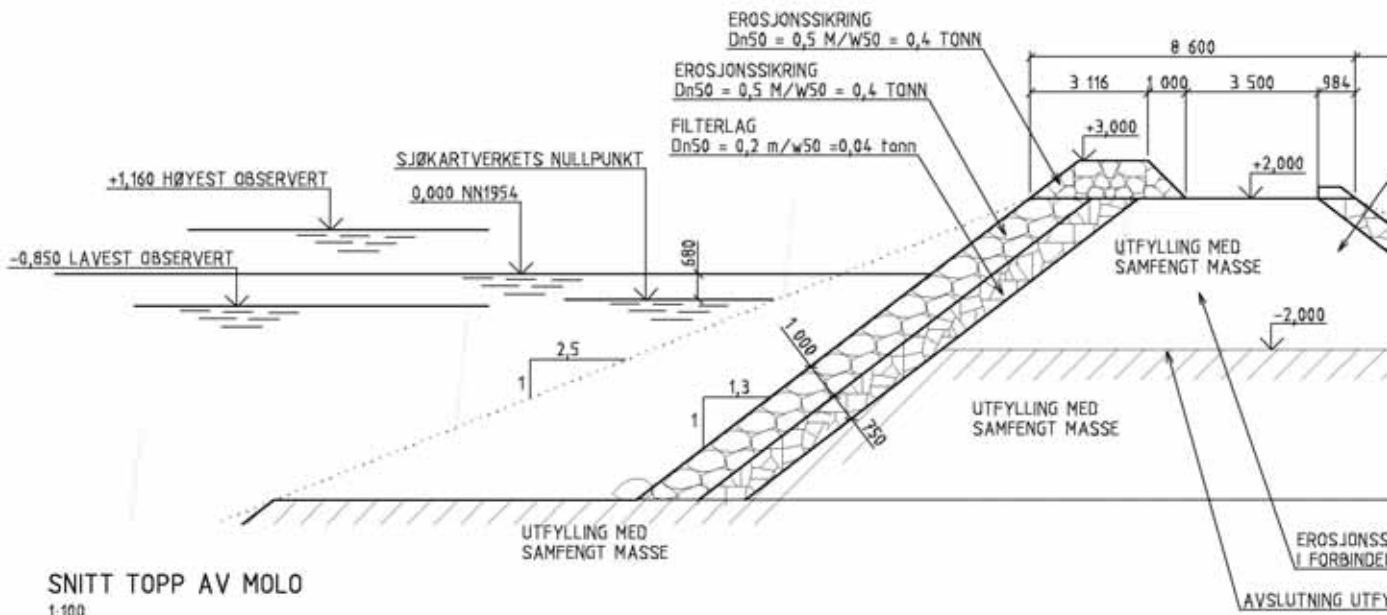
1:200



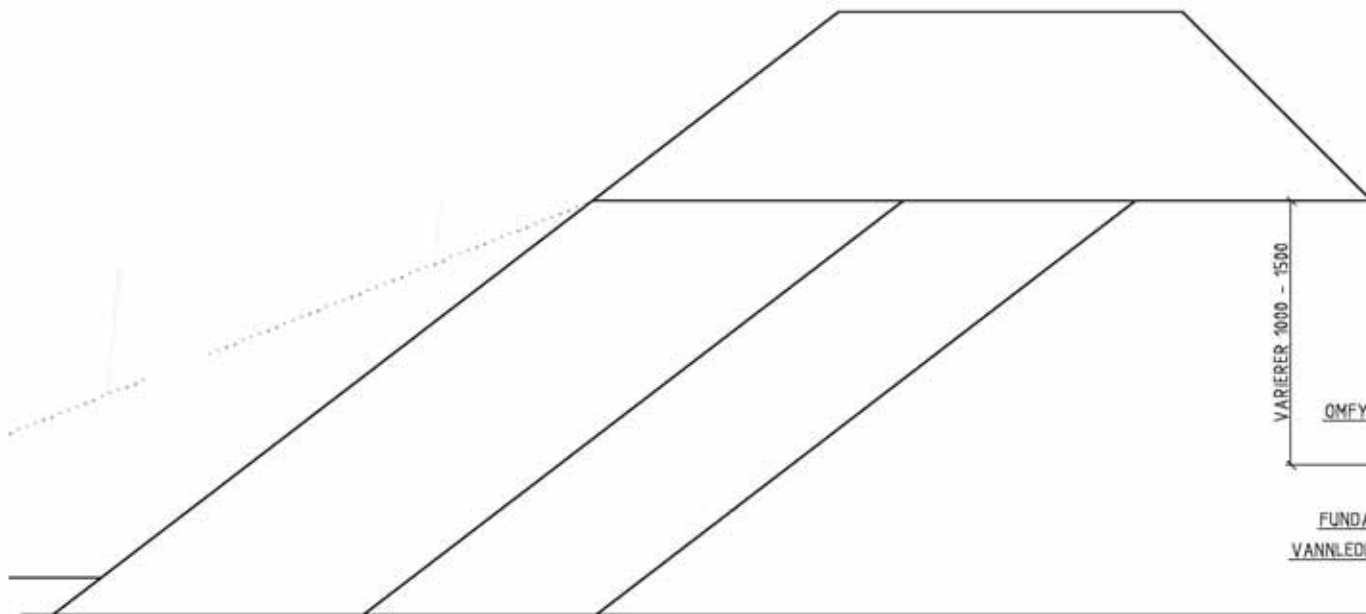
SNITT A_{B190}
1:500



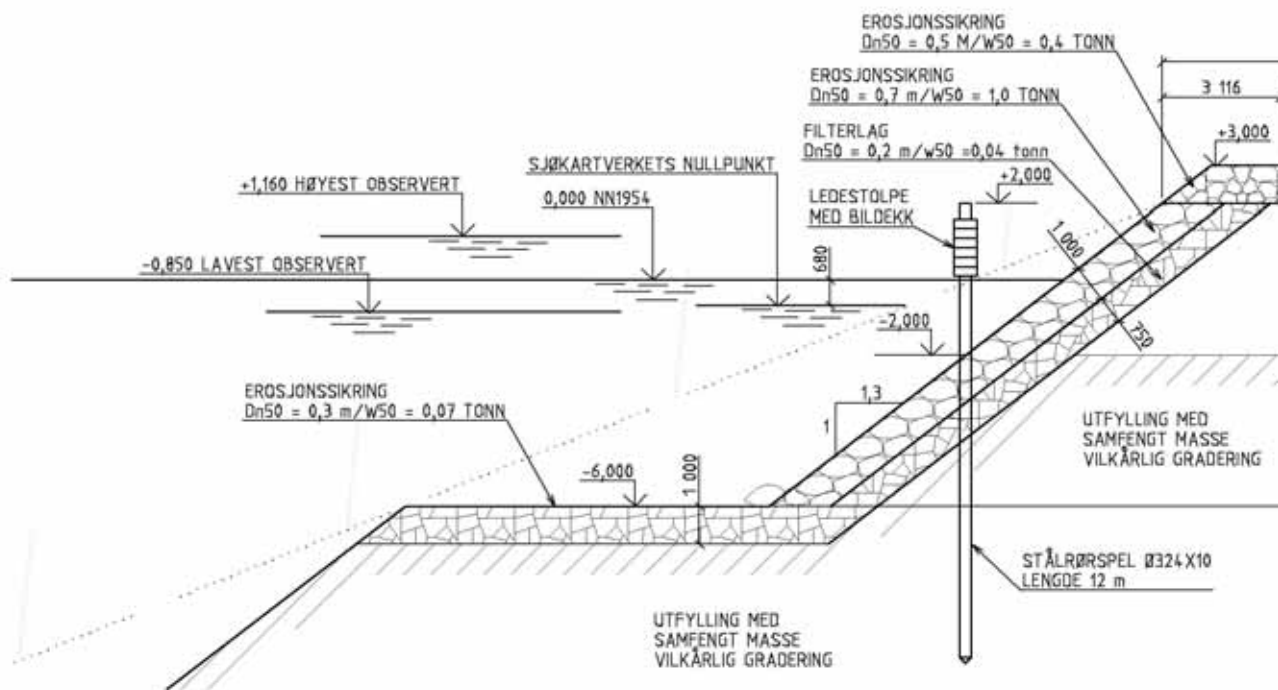
SNITT AV HAVNA
1:200



SNITT TOPP AV MOLO
1:100



GENERELT SNITT AV GRØFT OG VEIBANE I TOPP AV MOLO
1:20



SNITT B190
TOPP AV MOLO VED FERGELEIE
1:100

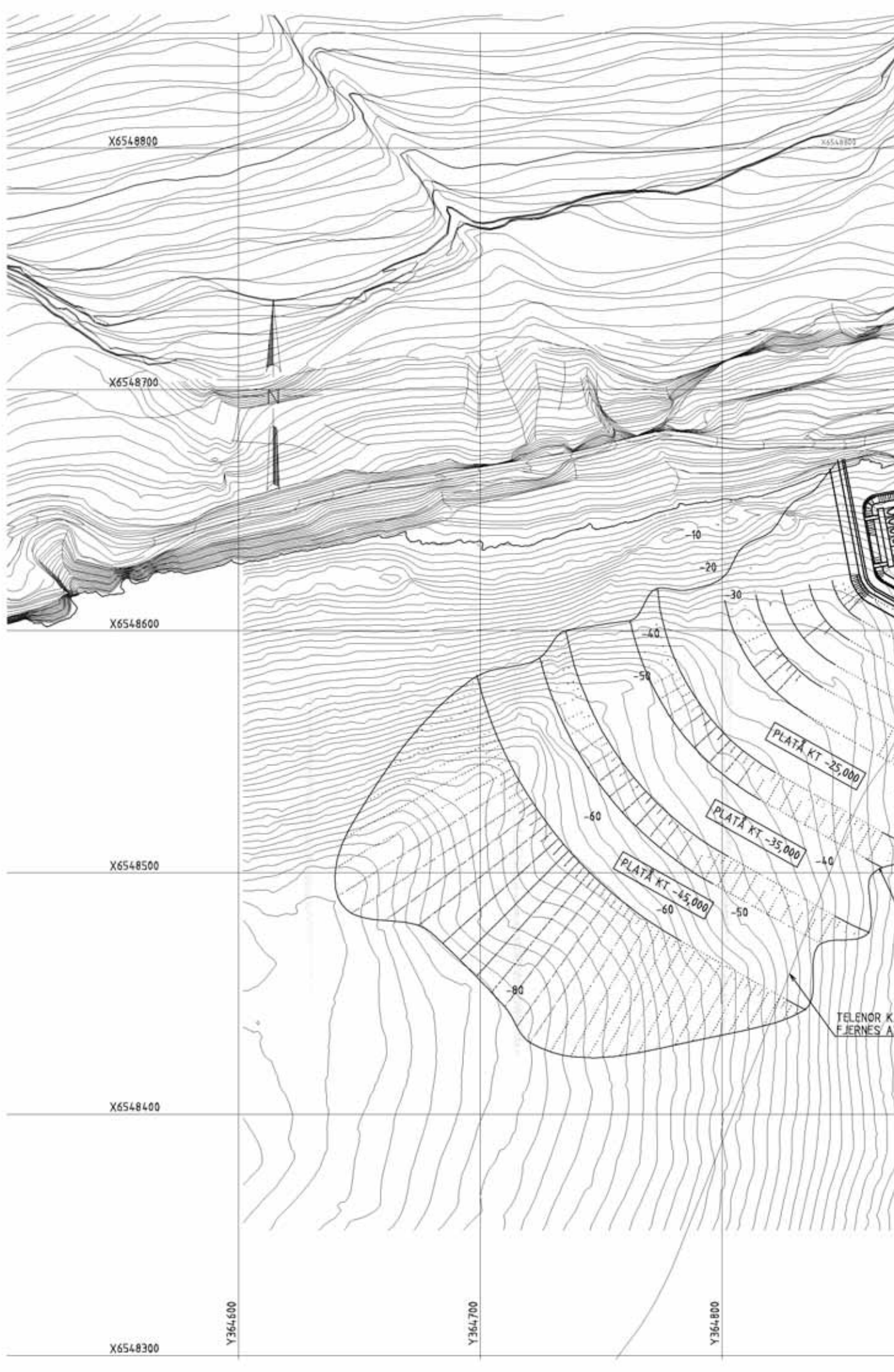
FORKLARINGER:

- -

ANVISNINGER:

1. HØYDER BASERER SEG PÅ NN1954.
2. SJØKARTVERKETS NULLPUNKT BASERER SEG PÅ MÅLESTASJON I STAVANGER.

Opis: M:\DOK\Nyggeteknik\Smalbyen\Arkiv\8156_c91.dgn - kor - 20.11.13 - 11:17:44 - Mod. Ark - Ref. 8156_c91.dgn\Pan...sbl\smalbyen.dgn\Kart...lysetekn...anbl\smalbyen.dgn\Telenor...gabel.dgn\Materialisation.dwg, Gens...8156_V11.dwg



TELENOR KA
FJERNES AV

5.2 VEDLEGG 2. EKKOLODDING OG AKUSTISK SJØBUNNSKARTLEGGING. GEOMAP 06.05.2013

Stikkord: **Akustisk profilering og ekkolodding**

Opdragsnr: **322435**

Rapportnr.: **1**

Oppdrags-
Giver: **Lyse Energi AS**

Oppdrag/
Rapport: **EKKOLODD OG AKUSTISK SJØBUNNSKARTLEGGING**

Dato: **06.05.2013**

Rapport-utdrag

Lyse Energi har fått krav om å fylle tunnelmasser (700,000 m³) ut i Lysefjorden for å bygge opp en molo for havn. Det var i denne sammenheng da ønskelig med sjøbunns- og grunnundersøkelser for å sjekke at dette er mulig - geoteknisk og miljømessig.

Fyllingen vil trolig dekke et areal på 250 x 250 m, der sjøbunnen faller av utover til kote - 50 til - 70. Geomap AS har kartlagt et område på ca. 300m x 300 m.

Geomap AS har ved hjelp av ekkolodding og akustikk undersøkt sjøbunnen med det mål å produsere, Sjøbunnskart og avdekke forekomster av bløte lag under sjøbunn.

Land/Fylke:
Norge/Rogaland

Kommune:
Forsand

Sted:
Lysebotn.

INNHOLD:	SIDE
RAPPORT-UTDRAG	1
1. INNLEDNING	3
2. FELTARBEID OG DATAINNSAMLING	3
3. BEARBEIDELSE OG TOLKNING	4
4. RESULTATER	4
SJØBUNN	4
BLØT ØVRE LØSMASSELAG	6
5. TEKNISK DOKUMENTASJON	8

VEDLEGG:A1 DESCRIPTION OF ACOUSTIC PROFILING

1. INNLEDNING

Lyse Energi har fått krav om å fylle tunnelmasser (700,000 m³) ut i Lysefjorden for å bygge opp en molo for havn. Det var i denne sammenheng da ønskelig med sjøbunns- og grunnundersøkelser for å sjekke at dette er mulig - geoteknisk og miljømessig.

Fyllingen vil trolig dekke et areal på 250 x 250 m, der sjøbunnen faller av utover til kote - 50 til - 70. Geomap AS har kartlagt et område på ca. 300m x 300 m.

Geomap AS har ved hjelp av ekkolodding og akustikk undersøkt sjøbunnen med det mål å produsere, Sjøbunnskart og avdekke forekomster av bløte lag under sjøbunn.

2. FELTARBEID OG DATAINNSAMLING

En sanntids korrigert differensial GPS-mottaker ble brukt for posisjonering. Undersøkellesområdet ligger innerst i en fjord hvor fjellene på den nordlige og sørlige bredden av fjorden er meget bratte. På bakgrunn av dette, var GPS-mottakeren ikke i stand til å få signal fra satellitter i en lav vinkel. Videre forårsaket dette noen ganger en plutselig endring i satellitt-oppsettet som gav et "hopp" i posisjonen når en krysset fjorden i en nord-sørlig-retning.

Under Ekkolodd datainnsamlingen hadde vi problemer med å registrere dybder over 50m, dette skyldes trolig det øvre bløte løsmasselaget, energien fra ekkoloddet forsvinner trolig i løsmasselaget og blir ikke reflektert tilbake, dette førte til en dårlig dekning av området. På bakgrunn av dette så måtte vi sammenstille ekkolodd og akustikk dataene for produksjon av bunnkotekart.

Den gjennomsnittlige akustiske linjeavstand av de nord-sørlige linjer er ca 30m. Den gjennomsnittlige linjeavstand av de øst-vestlige linjer er ca 25m.

En 105J energi boomer og en streamer kabel med fire hydrofoner ble brukt som mottaker. Dataene ble innsamlet digitalt ved hjelp av en 16-bit 50kHz A / D-konvertering.

Utsyrets oppsett brukt under undersøkelsen er vist på figur 1.

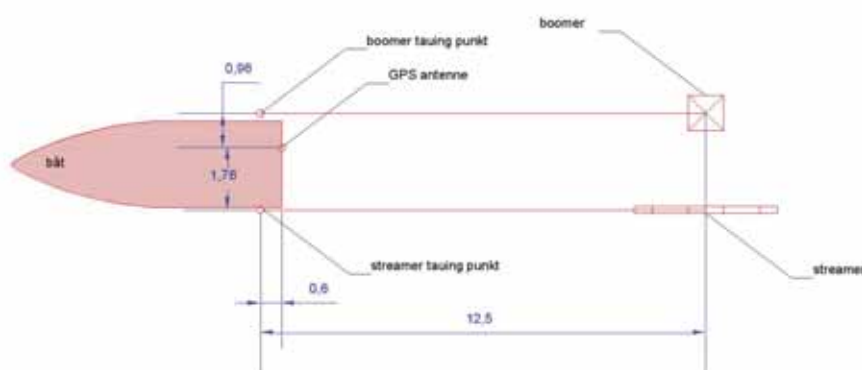


Figure 1 – Equipment arrangement. All dimensions are in meters.

3. BEARBEIDELSE OG TOLKNING

De mest åpenbare posisjons feilene ble korrigert for hånd under bearbeidelsen av dataene. Selv om posisjonene korrigeres på denne måten så var det ganske tilfredsstillende i det meste av området, To av de Nordvestlige-linjer måtte bli tatt ut på grunn av posisjonerings problemer. Tettheten av de gjenværende data var god nok til å skape de ønskede kart fra området.

Siden Ekkolodd data hadde svært dårlig dekning av området, ble store deler vanndybden bestemt ved hjelp av akustiske data.

Akustiske rådata ble konvertert til standard SEG-Y format. Deretter ble tidevanns korreksjon lagt til. Til slutt, etter å ha lagt til x og y kordinater fra innsamlet GPS data, ble de akustiske profilene lastet inn i et seismisk tolknings program. Siden det var ingen passende løsmasse hastighetsdata som var tilgjengelig for disse områdene, brukte vi hastighetsverdiene fra undersøkelser i lignende situasjoner. For vann brukte vi den klassiske 1480m/s. Siden de bløte løsmassene er svært vannmettet, ble det brukt samme hastighet for beregning av løsmassetykkelsen.

4. RESULTATER

Sjøbunn

Figur 2. viser bunnkotecart med undersøkelses linjene indikert. Figur 3. viser bunnkoter uten undersøkelses linjer.

Feilen i bunnkotecartet er vanligvis mindre enn en meter i grunne områder, og vil ikke være mer enn 2-3 meter i de dypeste delene. Feilen i dybde målingene er teoretisk sett høyest i de dypere delene av de bratteste bakkene, hvor side refleksjoner oppstår, dette kan teoretisk gi tidligere ankomsttid enn den virkelige sjøbunnen. I disse områdene, kan en teoretisk feil være på opp til 5m.

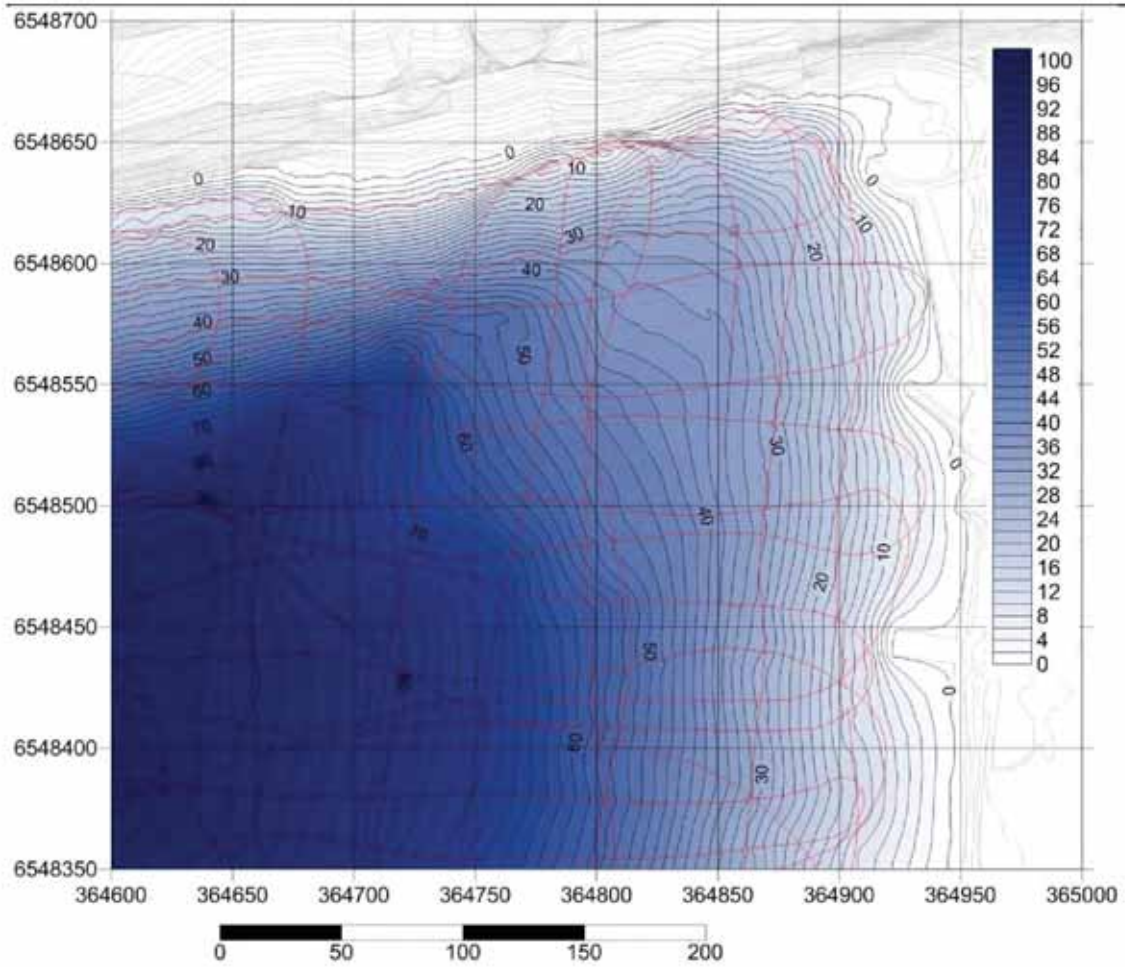
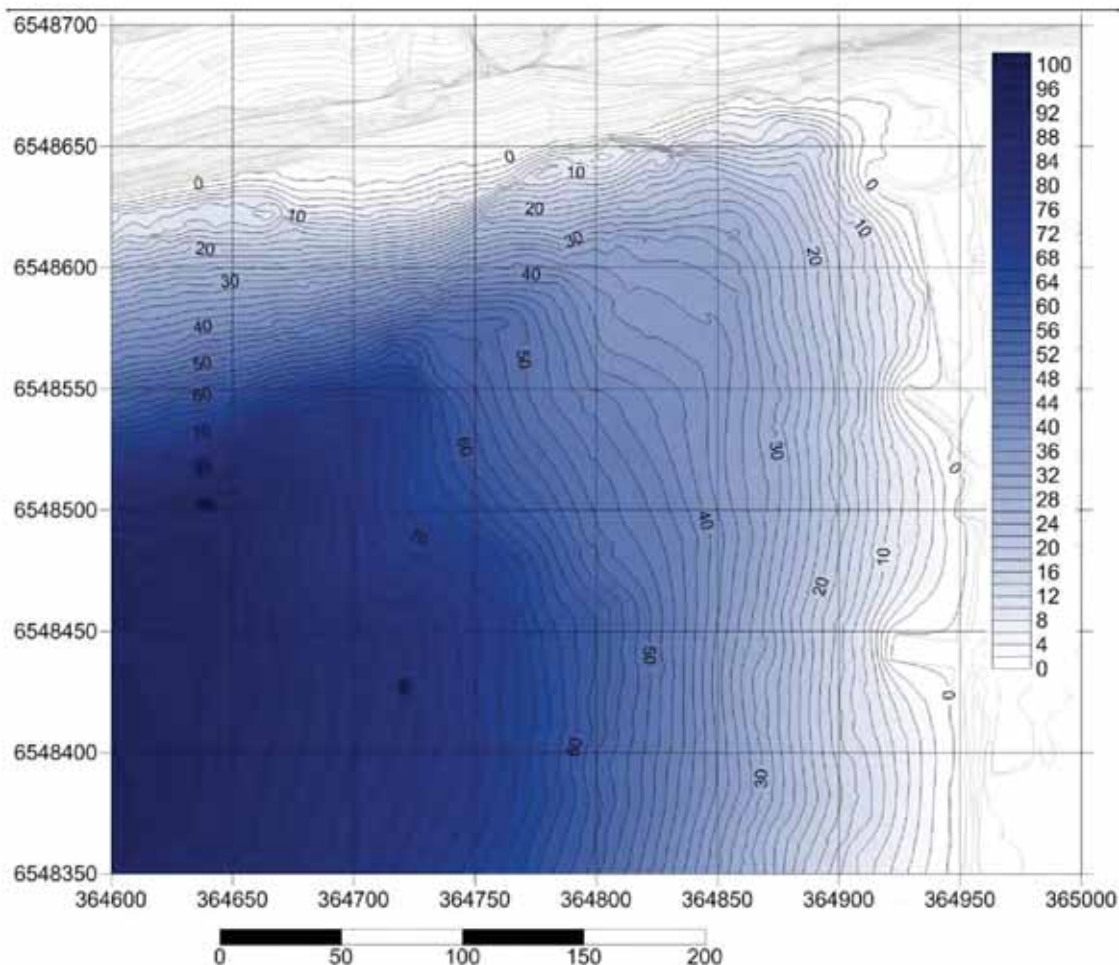


Figure 2 – Bunnkoter og undersøkelseslinjer.

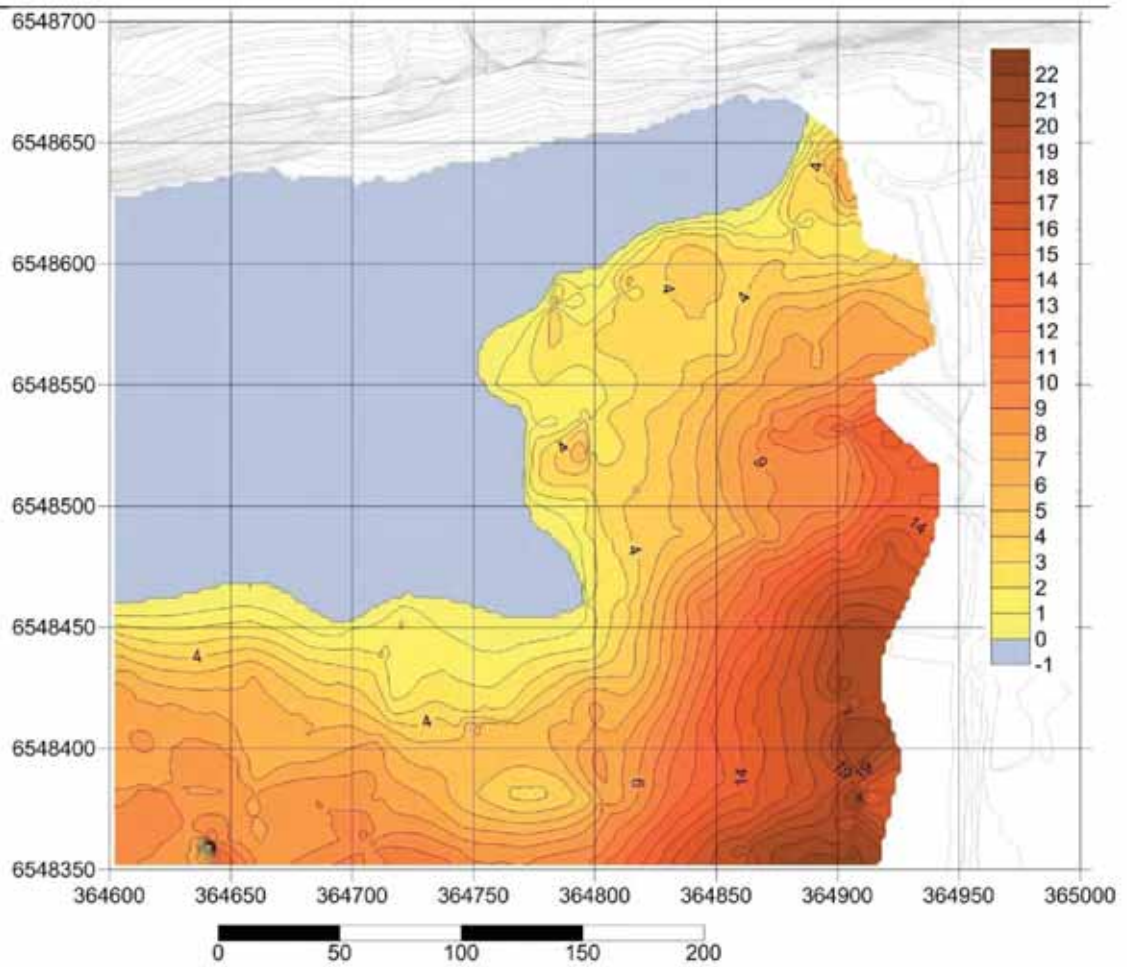


Universal Transverse Mercator (UTM) zone 32
Water depth reference level ± 0 m height above sea level

Figure 3 – Bunnkotekart.

Bløt øvre løsmasselag

Når det bløte øvre løsmasselaget ble tolket, fulgte vi en horisont som ble antatt å være den nederste del av de bløte sedimenter, selv om det i enkelte deler var svært vanskelig å avgjøre om det er mer bløte sedimenter til stede eller ikke (spesielt i de grunne områdene, der tykkelsen av bløte sedimenter var definitivt mer enn vanndybden, og informasjonen ble dekket av vann-bunns multipler). Selv om det noen ganger var problematisk å fastslå den eksakte tykkelsen av de bløte løsmassene, var det trivielt å se når denne tykkelsen var åpenbart null. Dette er grunnen til at sediment tykkelsen i kartet på Figur 4. viser den laterale fordelingen av myke sedimenter ordentlig, i mellomtiden, bør tykkelses verdiene anses som et minimum I tykkelse.



Universal Transverse Mercator (UTM) zone 32

Figure 4 – Lateral distribisjon og minimums tykkelse av bløte løsmasser.

5. TEKNISK DOKUMENTASJON

Oppdragsgiver	Lyse Energi AS
Kontaktperson	Bjørn Finborud
Feltpersonell	Morten Urhaug, Robert Vida
Måleperiode	Uke 15, 2013
Fartøy	"Øyen"
Bunnkartlegging	Atlas Deso 14 m/ 2.7 graders 210 KHz svinger
Bunnkartlegging; løsmasse- og fjellkvalitets kartlegging (akustisk profilering)	EG&G/ORE, Boomer 105 Joule EG&G hydrofon
Horisontalt datum	EUREF 89
Projeksjon	Sone 32
Bathymetri, høydegrunnlag	http://sehavniva.no

GEOMAP a. s.

Robert Vida

5.3 VEDLEGG 3. GRUNNUNDERSØKELSER (BORINGER). MULTICONSULT AS 20.09.2013

Rapport_

Lyse Produksjon

OPPDRAK

Lysebotn II

EMNE

Grunnundersøkelser.

DOKUMENTKODE

711891-RIG-RAPP-01.Rev 00



Med mindre annet er skriftlig avtalt, tilhører alle rettigheter til dette dokument Multiconsult.

Innholdet – eller deler av det – må ikke benyttes til andre formål eller av andre enn det som fremgår av avtalen. Multiconsult har intet ansvar hvis dokumentet benyttes i strid med forutsetningene. Med mindre det er avtalt at dokumentet kan kopieres, kan dokumentet ikke kopieres uten tillatelse fra Multiconsult.

RAPPORT

OPPDRAAG	Lysebotn II	DOKUMENTKODE	711891-RIG-RAPP-01
EMNE	Grunnundersøkelser.	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Lyse Produksjon AS	ANSVARLIG ENHET	4012 Multiconsult AS
KONTAKTPERSON	Linda Grimsmo		

SAMMENDRAG

Det er utført boringer i sjøen ved Lysebotn.

Boringene omfatter totalsonderinger og prøveserier.

Det er stedvis boret til over 30 m uten å påtreffes berg. Grunnforholdene synes å være homogene med generelt gradvis fastere steinholdig sand og grus.

	20/09-13		DIR	SRR	DIR
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Utførte undersøkelser.....	5
3	Grunnforhold.....	5
3.1	Områdebeskrivelse	5
3.2	Løsmasser	5

Tegninger:

711891 - RIG-TEG-	0	Oversiktskart
	1	Borplan
	10	Geotekniske data Hull 3
	60	Korngraderinger
	100	Profil A-A og B-B
	101	Profil C-C
	102	Profil D-D
	103	Profil E-E

Vedlegg: Geotekniske bilag

1 Innledning

Lyse Produksjon AS vurderer å deponere masser i sjøen i Lysebotn.

Norconsult er rådgivende ingeniør i geoteknikk og miljøforhold for prosjektet.

Multiconsult er engasjert til å foreta grunnundersøkelser i sjøen for prosjektet. Foreliggende rapport presenterer resultatene fra undersøkelsene.

2 Utførte undersøkelser

Feltarbeidet ble utført i perioden 21/8 til 28/8-13.

Undersøkelsene ble utført med borebåten Borecat.

Det er utført 12 totalsonderinger. Utstyret gir informasjon om lagdeling i grunnen. Utstyret har god nedtrengningsevne og kan benyttes til påvisning av berg.

Videre ble det tatt prøver fra 3 punkter med 54 mm prøvetakingsutstyr. I fra 2 av punktene ble prøvene mistet før man fikk samlet de inn i båten.

Prøvene er rutineundersøkt i laboratoriet i Stavanger.

Innmåling av boringer er utført i UTM koordinater. Innmålingene med DGPS har normalt en nøyaktighet i xyz på 0,1 m. Høydeangivelse er i NGOs høydesystem.

For ytterligere informasjon om undersøkelser vises det til de generelle geotekniske bilagene.

3 Grunnforhold

Plassering av borpunktene er vist på borplanen tegning nr. 711891-RIG-TEG-1. Resultatet av boringene er vist på tegningene nr. 711891-RIG-TEG-f.o.m 100 t.o.m -103.

3.1 Områdebeskrivelse

Langs nordsiden av fjorden faller sjøbunnen ca. 1:1,5 mens innerst i bukta og langs østsiden av bukta er bunnhelningen ca. 1:2.

Djupålen i fjorden faller også av med helning 1:2 men med noen slakere partier der helningen er 1:8.

Generelt viser borpunktene relativt god overenstemmelse med bunnkotene i kartunderlaget. Et større unntak er ved borpunkt 10 der vi har registrert over 5 m dypere bunn-nivå enn sjøkotene i kartunderlaget. Bunnen er generelt bratt i området og et posisjonsavvik innenfor 5-10 m kan også forklare avviket.

3.2 Løsmasser

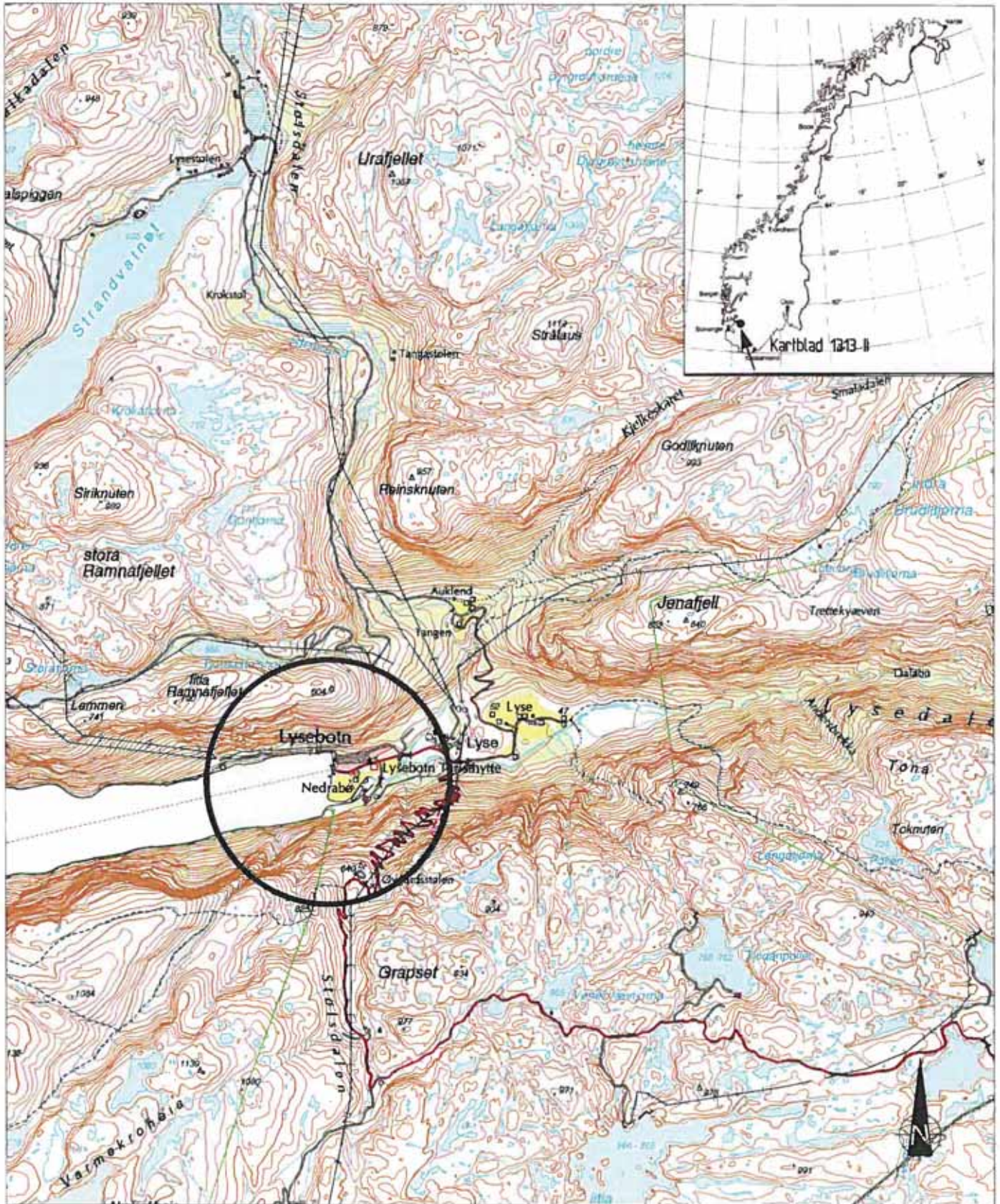
Mesteparten av sonderingene er avsluttet i faste masser uten å ha kommet til berg. En boring nærmest land har påtruffet berg i ca. 20 m dypde. For øvrig er flere sonderinger ført over 30 m ned under sjøbunn uten å komme til berg.

Sonderingene viser at grunnen er relativt ensartet i hele området. Alle sonderinger viser jevnt økende sonderingsmotstand under sjøbunnen. Fast grunn definert ved at boringene krever både slag, spyling og rotasjon for å trenge ned, er for det meste 5-10 m under sjøbunnen.

Sonderingsutskriftene indikerer at løsmassene generelt består av sand, grus og stein. Det er ikke påtruffet lag som kan indikere leire/siltlag av betydning.

Prøvene fra hull 3 er tegnet opp i tegning nr. 711891-RIG-TEG-10. Den viser at det i øverste 3 m er sand og grus. Det er registrert et mindre enn 30 cm tykt lag med høyt organisk innhold i dybde fra ca 1,5 m. Vanninnholdet er her ca. 450%.

Prøver fra to andre punkt ble mistet mens prøvetaker ble trukket. Dette indikerer at løsmassene også her består av sand/grus med lite finstoff.



OVERSIKTSKART

Tegningens tittel

711891-RIG-TEG-0

Lyse Produksjon AS
Lysebotn II
Lysebotn

Målestokk

1:50000



MULTICONSULT AS

Dato
04.07.2013

Tegnel
TRIM

Kontrollert
TOB

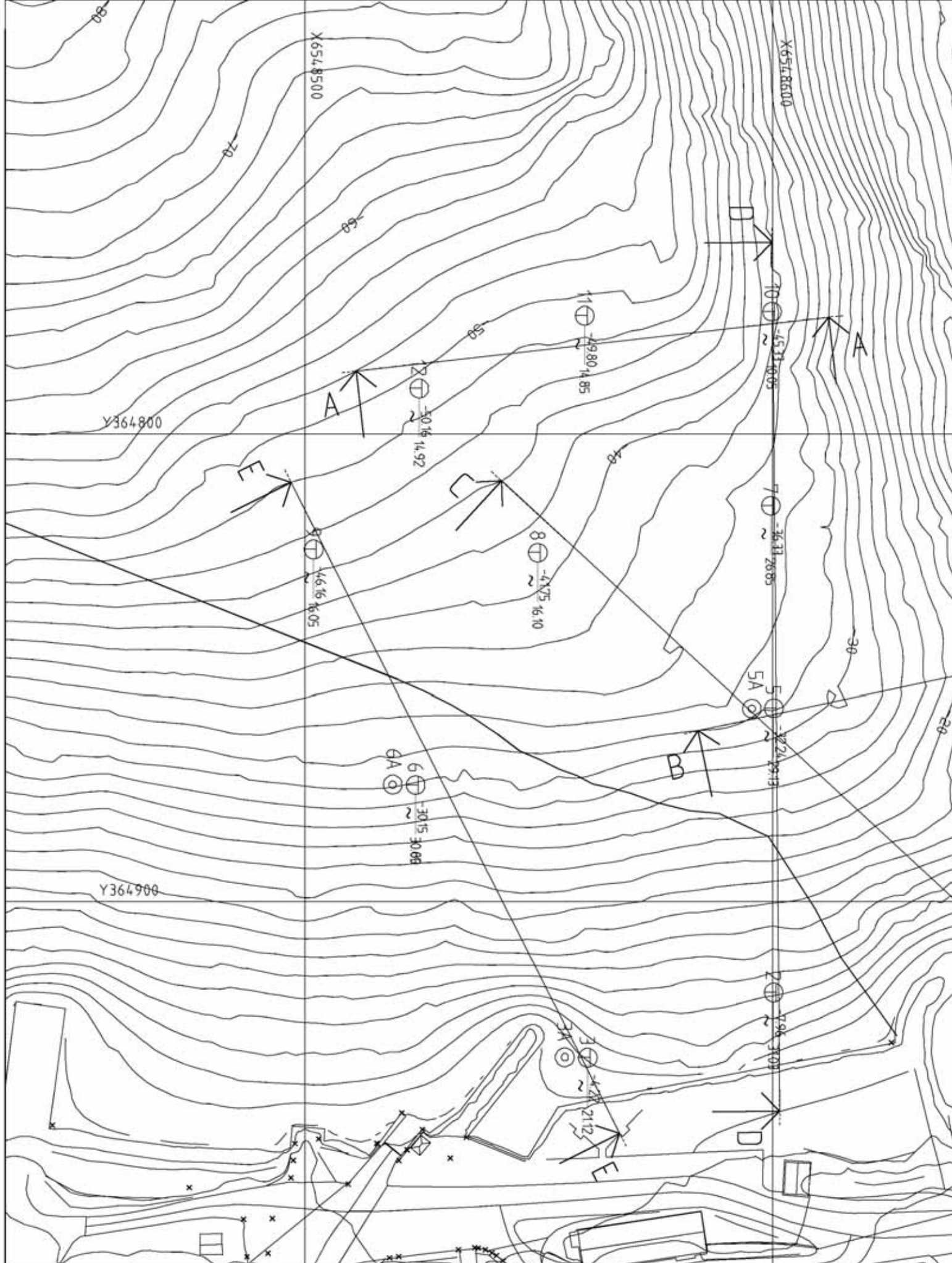
Godkjent
TOB

Oppdragsnr.
711891

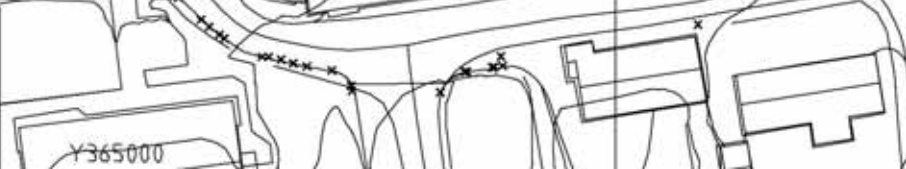
Tegningsnr.
0

Rev

Fiolveien 13, 9016 TROMSØ
Tlf.: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41



TEGNFÖRKLÄRNING	○ TOTALSÖND
BORRÖK NR: D1	
KARTGRUNNLAG	
KOORDINATSYS	
Rev:	Bestyrande
Lyse F	
Lysebc	
Lysebc	
Borplan	
MULTICO	
Flieden 1	
Tlf: 77 60 69 4	



TERRENGKOTE $\approx -4,22$	DYBDE m	PRØVE	VANNINNHOLD OG KONSISTENSGRENSER %				n %	ρ_{Na} %	γ kN/m ³	SKJÆRSTYRKE S_u (kN/m ²)					S_t		
			10	20	30	40				10	20	30	40	50			
Mistet																	
GRUS, sandig organisk materiale		k		○				0,5									
SAND		k			○			0,9									
Stopp prøvetaking $\varnothing=2,8m$	5																
	10																
	15																

PR = PRØVESERIE
 SK = SKOVLEBORING
 PG = PRØVEGRUPP
 VB = VINGEBORING
 BORBOK NR: Digital Borbok
 LABBOK NR:

○ NATURLIG VANNINNHOLD
 — W_L FLYTEGRENSE
 W_F — KONSUSMETODE
 — W_P PLASTISITETSGRENSE

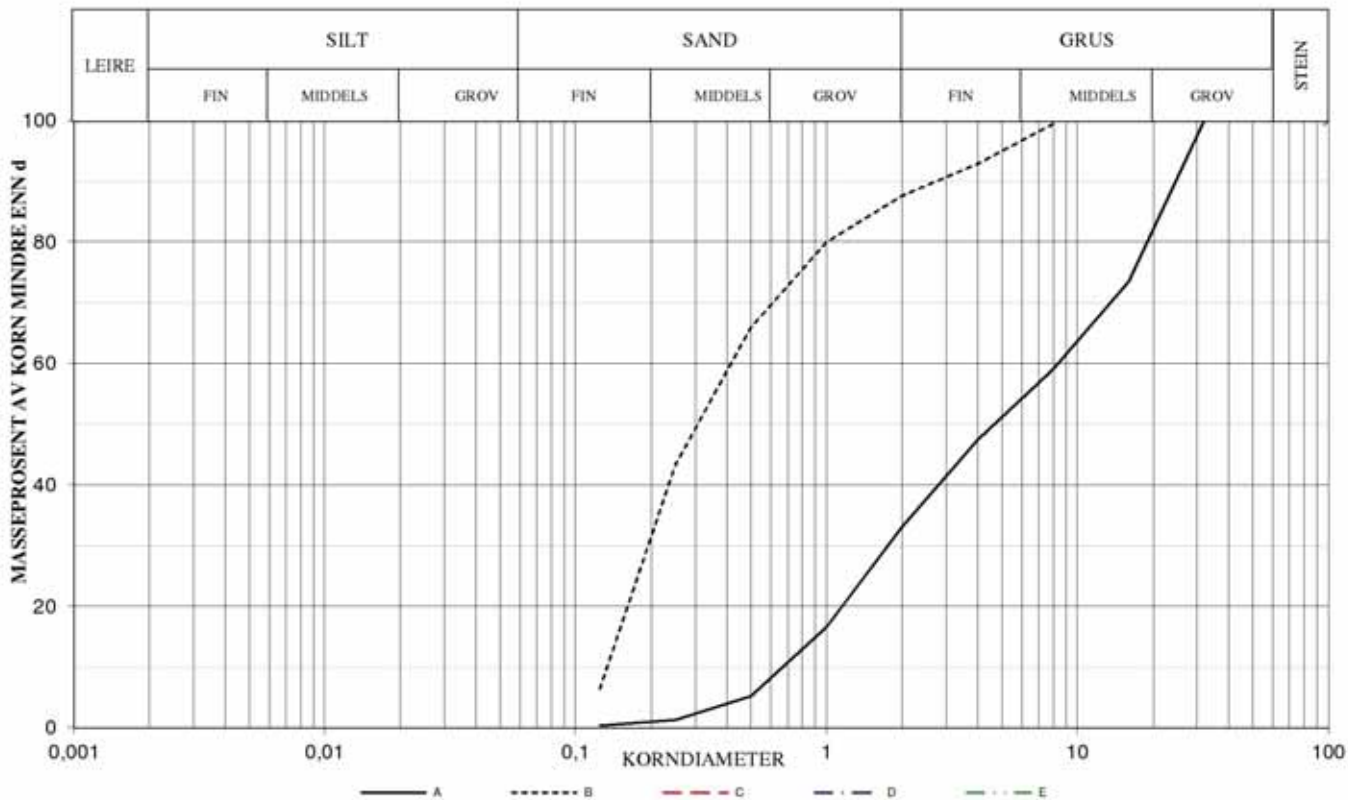
n = PORØSITET
 ρ_{Na} = HUMUSINNHOLD
 ρ_{gl} = GLØDETAP
 γ = TYNGDETETHET

▼ KONUSFORSØK
 ▽ OMRØRT SKJÆRSTYRKE
 ○ TRYKKFORSØK
 ⊕ 5% DEFORMASJON VED BRUDD
 + VINGEBORING
 S_t SENSITIVITET

\varnothing = ØDDMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

<h1>GEOTEKNISKE DATA</h1>		Boring nr:	PR.3	Tegningens filnavn:	711891-RIG-TEG-10.dwg
		Borplan nr:	711891-1		
Lyse Energi Lysebotn		Boret dato:	30.08.2013		Godkjent dir:
MULTICONSULT AS		Data:	18.09.2013	Tegnet:	daje
Fiolveien 13, 9016 TROMSØ Tlf.: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41		Oppdragsnr:	711891	Tegningsnr:	10
		Kontrallert dir:		Godkjent dir:	
		Rev:			

SYM BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	BESKRIVELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	PR. 3	1,0-1,8	GRUS, sandig		X		
B	PR. 3	2,0-2,8	SAND	Inneholder organisk materiale	X		
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

METODE:

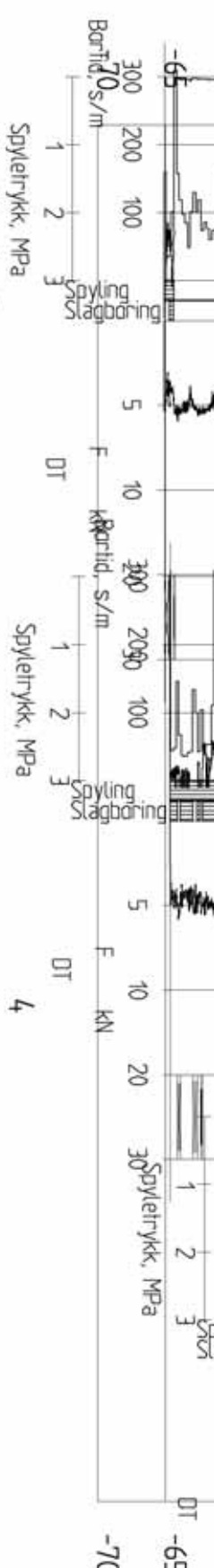
TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

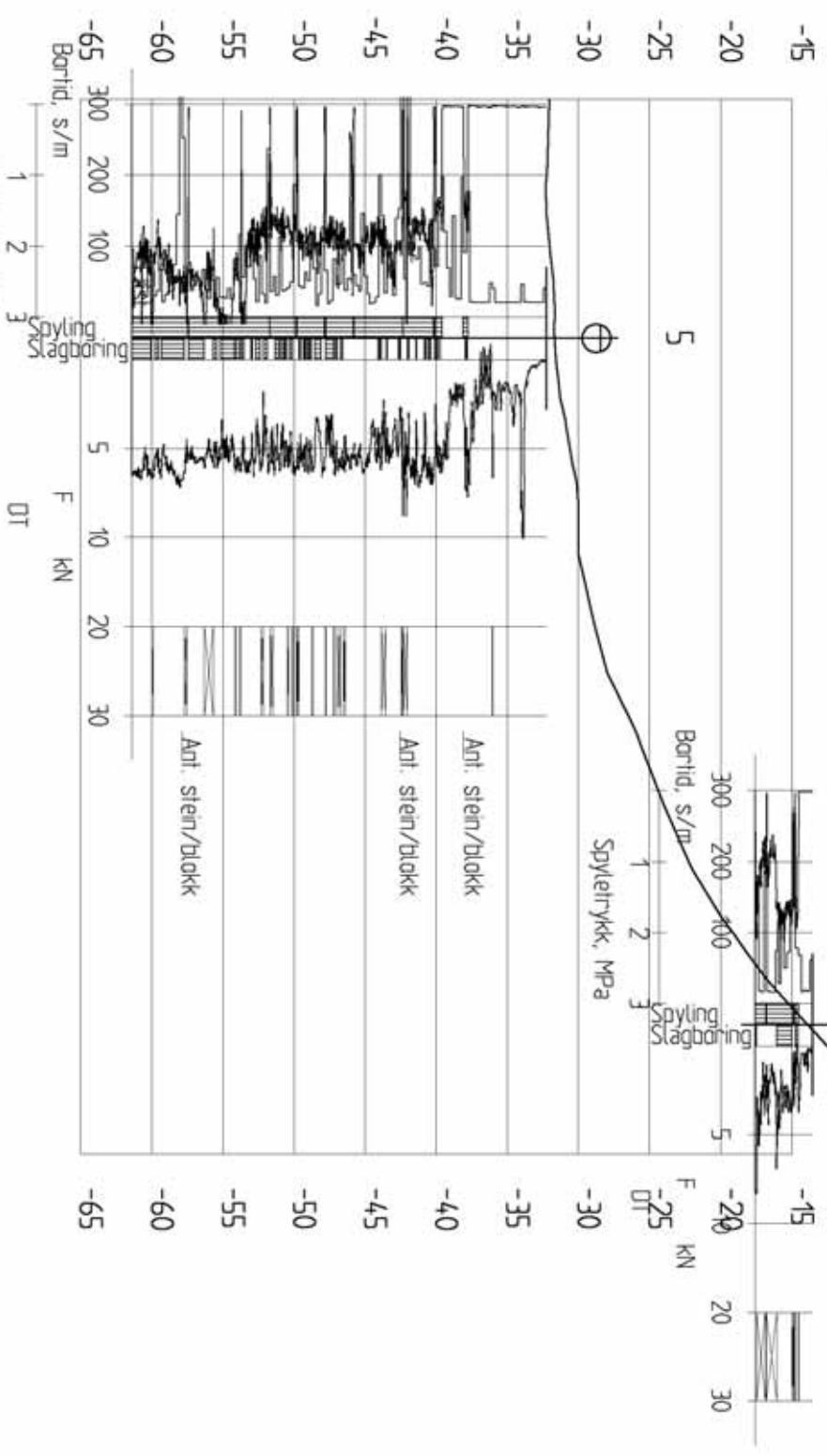
HYD = Hydrometer

SYM BOL	Vanninnhold %	Telegruppe	< 0,063 mm %	< 0,02 mm %	C_z	C_u	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
A	12,5	T1				12,0	0,709	1,810	4,879	8,516
B	34,7	T1				3,2	0,137	0,205	0,324	0,435
C										
D										
E										

KORNGRADERING			
Lyse Energi Lysebotn	Kontrollert	Godkjent	
	Dato	19.09.2013	
MULTICONSULT AS Fiolveien 13, 9016 TROMSØ Tlf.: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41	Oppdragsnummer	Tegnings nr.	Rev.
	711891	60	

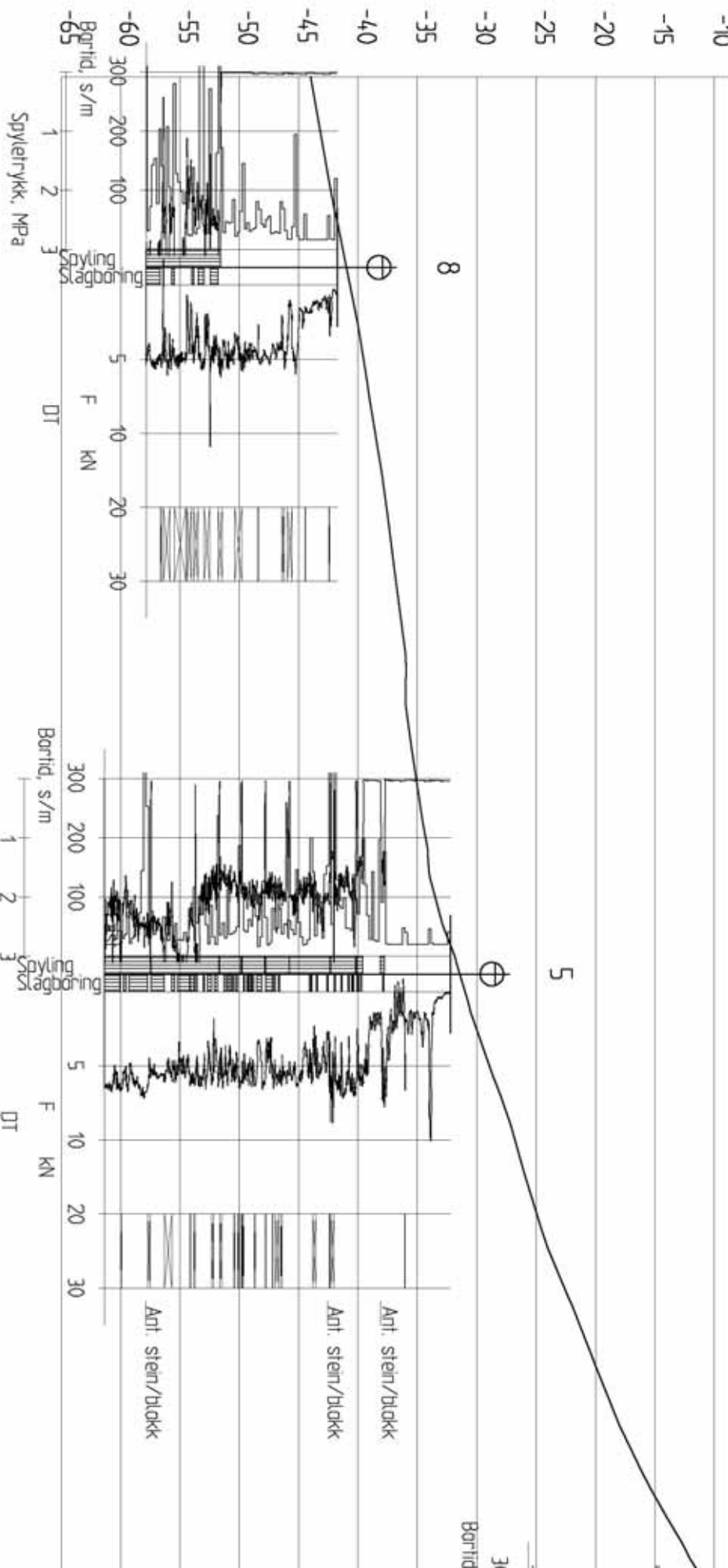


Profil A-A
1 : 500



Profil B-B
1 : 500

Rev.	Beskrivelse
	Lyse
	Lyseb
	Lyseb
Profil A-	
MULTIC	
Trafalder	
Tlf: 77 60 69	



Profil C-C
1 : 500

Rev.	Beskrivelse
	Lyse
	Lyseb
	Lyseb
	Profil C-
MULTIC	
Til: 77 60 69	

Avsluttet mot
stein, blokk eller
fast grunn

Avsluttet mot
antatt berg

Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.

Forboret

Middels stor motstand

Meget liten motstand

Meget stor motstand

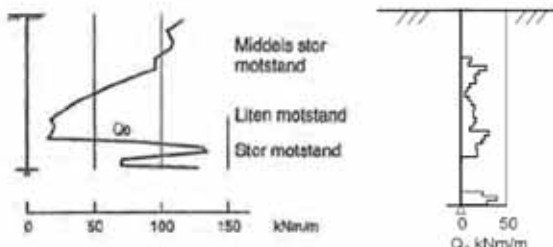
Avsluttet uten å nå fast grunn eller berg



● **DREIESONDERING (NGF MELDING 3)**

Utføres med skjøtbare $\phi 22$ mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall $\frac{1}{2}$ -omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.

Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 $\frac{1}{2}$ -omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.



▼ **RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)**

Boringen utføres med skjøtbare $\phi 32$ mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden Q_0 pr. m nedramming.

$Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$

▽ **TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)**

Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand q_c og sidefriksjon f_s kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket u måles like bak den koniske spissen (CPTU). Målingene utføres kontinuerlig for hver 0,02 m, og metoden gir derfor detaljert informasjon om grunnforholdene.

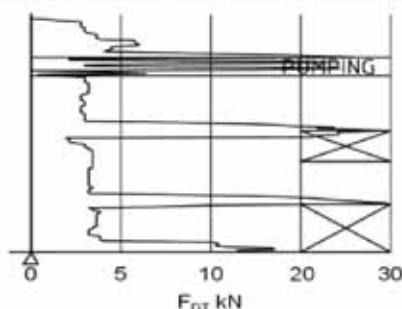
Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).

◐ **DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)**

Utføres med glatte skjøtbare $\phi 36$ mm borstenger med en normert spiss med hardmetallsveis. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min.

Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.



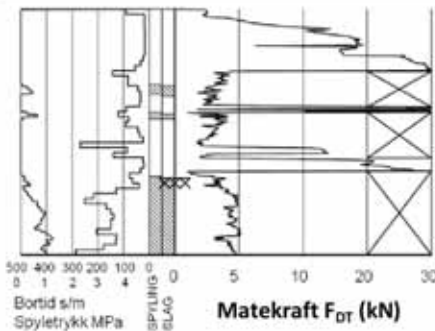
Stein

Borsynk i berg cm/min.

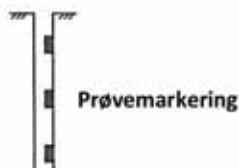


BERGKONTROLLBORING

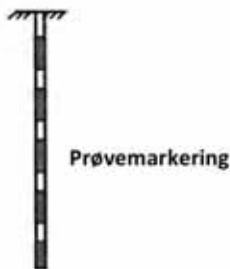
Utføres med skjøtbare $\phi 45$ mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.



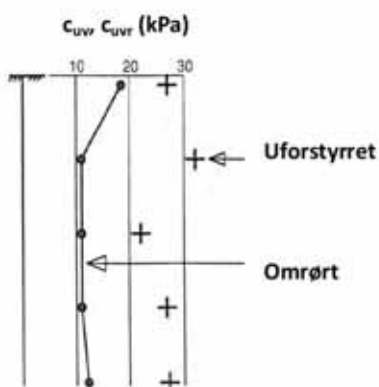
T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)
Kombinerer metodene dreietrykksondering og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm skjøtbare borstenger og $\phi 57$ mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes dreietrykkmodus, og boret presses ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette synk av boret benyttes spyling og slag på borkronen. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



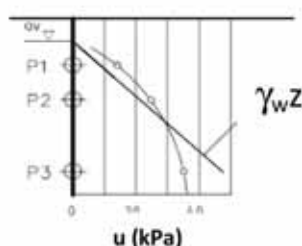
⊙ MASKINELL NAVERBORING
Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det er også mulig å benytte enklere håndholdt utstyr som for eksempel skovlprøvetaking.



⊙ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)
Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylindren kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde blir prøvesylindren presset ned mens innerstangen med stempelet holdes i ro. Det skjæres derved ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der den blir forseglet for transport til laboratoriet. Prøvediameteren kan variere mellom $\phi 54$ mm (vanligst) og $\phi 95$ mm. Det er også mulig å benytte andre typer prøvetakere, som for eksempel ramprøvetakere og blokkprøvetakere. Prøvekvaliteten inndeles i Kvalitetsklasse 1-3, der 1 er høyeste kvalitet. Stempelprøvetaking gir vanligvis prøver i Kvalitetsklasse 1-2 for leire.



+ VINGEBORING (NGF MELDING 4)
Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner $b \times h = 55 \times 110$ mm eller 65×130 mm presses ned i grunnen til ønsket målenivå. Her blir vingekorset påført et økende dreiemoment til jorden rundt vingen når brudd. Det tilhørende dreiemomentet blir registrert. Dette utføres med jorden i uforstyrret ved første gangs brudd og omrørt tilstand etter 25 gjentatte omdreininger av vingekorset. Udrenert skjærfasthet c_{uv} og c_{ur} beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten $S_t = c_{uv}/c_{ur}$ bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlagingstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



⊖ PORETRYKKSÅLING (NGF MELDING 6)
Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmålere). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerør presses ned i grunnen til ønsket dybde. Stabilt poretrykk registreres fra vannets stige høyde i røret, eller ved avlesning av en elektrisk trykkmåler i spissen. Valg av utstyr vurderes på bakgrunn av grunnforhold og hensikten med målingene. Grunnvannstand observeres eller peiles direkte i borchullet.

MINERALSKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

Ved prøveåpning klassifiseres og identifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjoner er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse (mm)	<0,002	0,002-0,063	0,063-2	2-63	63-630	>630

En jordart kan inneholde en eller flere av fraksjonene over. Jordarten benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). Leirinnholdet har størst betydning for benevnelse av jordarten. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

ORGANISKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

Organiske jordarter klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet.
• <i>Fibrig torv</i>	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke.
• <i>Delvis fibrig torv, mellomtorv</i>	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene.
• <i>Amorf torv, svarttorv</i>	Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens.
Gytje og dy	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler.
Humus	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold.
Mold og matjord	Sterkt omvandlet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget.

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten uttrykkes ved jordens skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (effektivspenningsanalyse) eller c_u (c_{ub} , c_{ud} , c_{uf}) (totalspenningsanalyse).

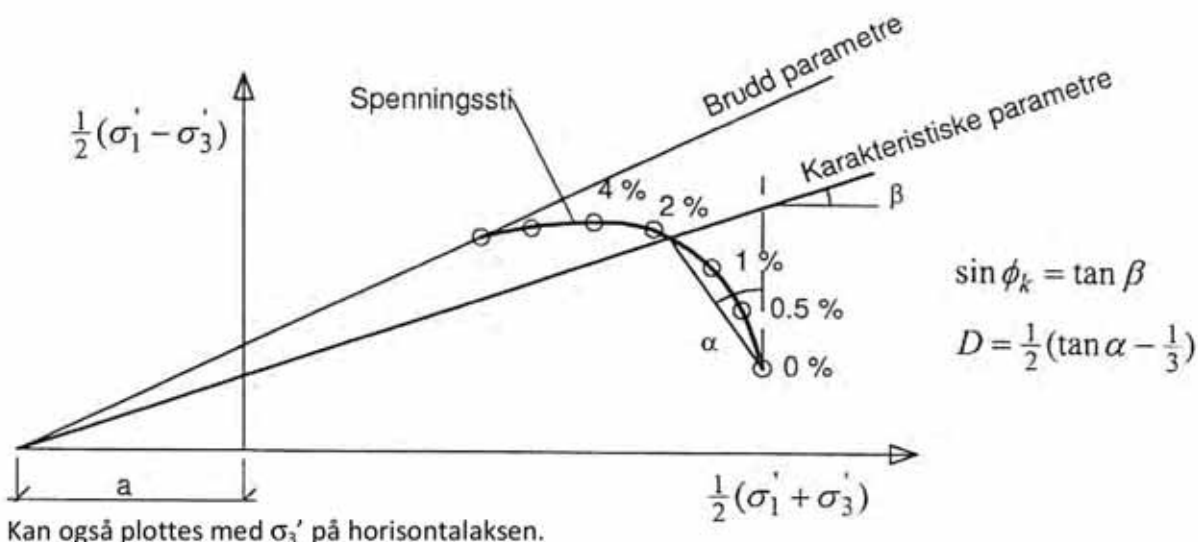
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon), $\tan\phi$ (friksjon) og eventuelt $c = a \tan\phi$ (kohesjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfastheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende tøyingsutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

For korttids effektivspenningsanalyse kan også poretrykksparementrene A , B og D bestemmes fra forsøksresultatene.

Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærfasthet, c_u (kPa)

Udrenert skjærfasthet bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen. Denne skjærfastheten representerer en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ub}) (NS8016), konusforsøk (c_{ub} , c_{uf}) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk (c_{ub} , c_{uf}) og direkte skjærforsøk (c_{ud}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykkmåling (CPTU) ($c_{u(CPTU)}$) eller vingebor (c_{uv} , c_{uf}).



SENSITIVITET S_t (-)

Sensitiviteten $S_t = c_u/c$, uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet (NS 8015) eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet c , ($s_t < 0,5$ kPa), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

VANNINNHOLD (w %) (NS 8013)

Vanninnholdet angir masse av vann i % av masse tørt (fast) stoff i massen og bestemmes fra tørking av en jordprøve ved 110°C i 24 timer.

KONSISTENSGRENSER – FLYTEGRENSE (w_f %) OG PLASTISITETSGRENSE (w_p %) (NS 8002 & 8003)

Konsistensgrensene (Atterbergs grenser) for en jordart angir vanninnholdsområdet der materialet er plastisk (formbart). Flytegrensen angir vanninnholdet der materialet går fra plastisk til flytende tilstand. Plastisitetsgrensen (utrullingsgrensen) angir vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten at det sprekker opp. Plastisiteten $I_p = w_f - w_p$ (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkleire).

DENSITETER (NS 8011 & 8012)

Densitet (ρ , g/cm ³)	Masse av prøve pr. volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del.
Korndensitet (ρ_s , g/cm ³)	Masse av fast stoff pr. volumenhet fast stoff
Tørr densitet (ρ_d , g/cm ³)	Masse av tørt stoff pr. volumenhet

TYNGDETETTHETER

Tyngdetetthet (γ , kN/m ³)	Tyngde av prøve pr. volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der $g = 10 \text{ m/s}^2$)
Spesifikk tyngdetetthet (γ_s , kN/m ³)	Tyngde av fast stoff pr. volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet (γ_d , kN/m ³)	Tyngde av tørt stoff pr. volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)

PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)

Poretall e (-)	Volum av porer dividert med volum fast stoff ($e = n/(100-n)$) der n er porøsitet (%)
Porøsitet n (%)	Volum av porer i % av totalt volum av prøven

KORNFORDELINGSANALYSER (NS 8005)

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063 \text{ mm}$. For mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameteren ved slemmeanalyse og bruk av hydrometer. I slemmeanalysen slemmes materialet opp i vann og densiteten av suspensjonen måles ved bestemte tidsintervaller. Kornfordelingen kan da bestemmes fra Stokes lov om sedimentering av kuleformede partikler i vann. Det vil ofte være nødvendig med en kombinasjon av metodene.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER (NS 8017 & 8018)

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved setningsberegning og bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon og belastes vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last. Sammenhengende verdier for last og deformasjon (tøyning ϵ) registreres, og materialets deformasjonsmodul (stivhet) kan beregnes som $M = \Delta\sigma'/\Delta\epsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen σ' . Deformasjonsmodulen viser en systematisk oppførsel for ulike jordarter og spenningsstilstander, og oppførselen kan hensiktsmessig beskrives med modulfunksjoner og inndeles i tre modeller:

Modell	Moduluttrykk	Jordart - spenningsområde
Konstant modul	$M = m_{oc}\sigma_a$	OC leire, $\sigma' < \sigma'_c$ (σ'_c = prekonsolideringsspenningen)
Lineært økende modul	$M = m(\sigma' \pm \sigma'_t)$	Leire, fin silt, $\sigma' > \sigma'_c$
Parabolisk økende modul	$M = m\nu(\sigma'_a)$	Sand, grov silt, $\sigma' > \sigma'_c$

PERMEABILITET (k cm/sek eller m/år)

Permeabiliteten defineres som den vannmengden q som under gitte betingelser vil strømme gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng: $q = kiA$, der A er bruttoareal av tverrsnittet normalt på vannets strømningsretning og $i =$ hydraulisk gradient i strømningsretningen (= potensialforskjell pr. lengdeenhet). Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_s som funksjon av innbyggingsvanninnhold w . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{smax}) benyttes ved spesifikasjon av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w_{opt}).

TELEFARLIGHET

En jordarts telefarlighet bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig).

HUMUSINNHOLD




Humusinnholdet bestemmes ved kolorimetri og bruk av natronlut (NaOH-forbindelse). Metoden angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala. Andre metoder, som glødning av jordprøve i varmeovn og våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd, kan også benyttes.



5.4 VEDLEGG 4. PRØVETAKING FOR MILJØUNDERSØKELSER. NORCONSULT, 02.10.2013.




Prøvetaking Lysefjorden




Den 28.august, 2013 ble overflatesedimentet prøvetatt. Formålet med prøvetakingen var å undersøke om sedimentet er forurenset. Prøvene ble tatt fra båten BoreCat.




Prøvene består av blandprøver av fire prøver tatt med stor Van Veen grabb og representerer det bioaktive laget av sedimentet.




Stasjonsnavn	Beskrivelse	GPS- koordinater (Lat/Lon hddd°mm.mmm')	Bilde
Prøve 1 er blandprøve av stasjon 1A og 1C			Blandprøve 1 
1A	Delprøve 1A: Grov svart sand, noen rundete stein. Skjell-fragmenter og H2S lukt. 8,2 meters vanddyb. 0 til 4 cm prøvetatt	59 03.345/ 06 38.662	Grabb-bilde: 
1B	Delprøve 1B: Tre forsøk: Første forsøk med stor rundet stein. Andre forsøk stein og stort skjell (bilde) 8,3 meters vanddyb	59 03.318/ 06 38.679	Skjell: 




			
1C	<p>Delprøve 1C: Grov svart sand, noen rundete stein. Skjell-fragmenter og H₂S lukt. 6,1 meters vanddyb. 0 til 4 cm prøvetatt</p>	59 03.301/ 06 38.693	<p>Grabb-bilde:</p> 
1D	<p>Delprøve 1D: To forsøk, men tom grabb. Trolig fjell</p>	<p>59 03.341/ 06 38.605 11,5 meters dyp 59 03.338/ 06 38.612 13,9 meters dyp</p>	Ingen prøve


<p>Prøve 2 er blandprøve av stasjon 2A til 2D</p>			<p>Blandprøve</p> 
<p>2A</p>	<p>Delprøve 2A: Olivengrå sand, noen skjell. Planterester og mye organisk. Ingen H₂S lukt. 28 meters vanddyb. 0 til 7 cm prøvetatt</p>	<p>59 03.296/ 06 38.640</p>	<p>Grabb-bilde:</p> 
<p>2B</p>	<p>Del prøve 2B: Grov olivengrå sand, noen skjell. Levende skjell. Mye lite nedbrutt organisk materiale. Ingen H₂S lukt, fiskelukt. 34 meters vanddyb. 0 til 7 cm prøvetatt</p>	<p>59 03.313/ 6 38.577</p>	<p>Grabb-bilde:</p> 

			<p>Levende skjell og ikke nedbrutt organisk materiale:</p> 
<p>2C</p>	<p>Delprøve 2C: Olivengrå sand, noen skjell. Noen rundete stein. Ingen H2S lukt. 40 meters vanddyb. 0 til 7 cm prøvetatt</p>	<p>59 03.316/ 06 38.576</p>	<p>Grabb-bilde</p> 
<p>2D</p>	<p>Delprøve 2D: Olivengrå sand, noen skjell. Mye organisk materiale, noen små stein. Ingen H2S lukt. 45 meters vann dyp. 0 til 7 cm prøvetatt</p>	<p>59 03.272/ 06 38.590</p>	<p>Grabb-bilde:</p> 

<p>Prøve 3 er blandprøve av stasjon 3A til 3D</p>			<p>Blandprøve bilde:</p> 
<p>3A</p>	<p>Delprøve 3A: Brungrå grovsand, noen skjell. Mark og planterester. Ingen H₂S lukt, fiske lukt. 40 meters vanddyb. 0 til 7 cm prøvetatt</p>	<p>59 03.308/ 06 38.560</p>	<p>Grabb-bilde:</p> 
<p>3B</p>	<p>Delprøve 3B: Bløtt, vektor måtte av: Grå sand, noen skjell. Planterester. H₂S lukt, 53 meters vanddyb. 0 til 7 cm prøvetatt</p>	<p>59 03.305/ 06 38.513</p>	<p>Grabb-bilde:</p> 

<p>3C</p>	<p>Delprøve 3C: Grå sand, noen skjell. Ingen lukt, Sjøtann. 48 meters vanddyp. 0 til 7 cm prøvetatt</p>	<p>59 03.284/ 06 38.543</p>	<p>Grabb-bilde:</p> 
<p>3D</p>	<p>Del prøve 3D: Brungrå sand, noen skjell. Noen små stein. Fiskelukt, Stor mark, fast sediment. 55 meters vanddyp. 0 til 7 cm prøvetatt</p>	<p>59 03.276/ 06 38.547</p>	<p>Grabb-bilde:</p>  <p>Mark:</p> 

<p>Prøve 4 er blandprøve av stasjon 4A, 4B og 4D</p>			<p>Blandprøve:</p> 
<p>4A</p>	<p>Delprøve 4A: Meget bløtt sediment (veker ikke brukt) Mørk brun sand, Høyt innhold av organisk (lite nedbrutt) materiale. H₂S lukt, Børstemark mark. 65 meters vanddyb. 0 til 6 cm prøvetatt</p>	<p>59 03.209/ 06 38.543</p>	<p>Grabb-bilde:</p> 
<p>4B</p>	<p>Delprøve 4B: Meget bløtt sediment (veker ikke brukt) 2 stikk med for full grabb. Mørk brun sand, Høyt innhold av organisk (lite nedbrutt) materiale. Ingen lukt, Børstemark.</p>	<p>59 03.247/ 6 38.442</p>	<p>Grab-bilde:</p> 

	81 meters vanndyp. 0 til 6 cm prøvetatt		
4C	Delprøve 4C: Meget bløtt sediment (veker ikke brukt) 4 stikk med for full grabb. Prøve ikke tatt 93 meters vanndyp	59 03.215/ 06 38.411	
4D	Delprøve 4D: Meget bløtt sediment (veker ikke brukt) 0 til 4 cm mørk brun sand, Høyt innhold av organisk (lite nedbrutt) materiale. Ingen lukt, Børstemark 4 til 6 cm skjellsand. Under 6 cm sand med stein. 86 meters vanndyp. 0 til 6 cm prøvetatt	59 03.269/ 06 38.405	Grabb-bilde: 

Norconsult AS
Apotekergaten 14
3191 Horten
Attn: Gaute Salomonsen

ANALYSERAPPORT

Tegnforklaring:

- (Ikke omfattet av akkrediteringen)
- < :Mindre enn, > :Større enn, nd :ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2013-09020067	Prøvetakingsdato:	27.08.2013			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Gaute Salomonsen			
Prøvemerkning:	1	Analysestartdato:	02.09.2013			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Arsen (As)	2.4	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Bly (Pb)	9.8	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Kadmium (Cd)	0.088	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
Kobber (Cu)	15	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
Krom (Cr)	4.1	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
Kvikksølv (Hg)	0.025	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001	
Nikkel (Ni)	3.6	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1	
Sink (Zn)	30	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
PAH 16 EPA						
Naftalen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaftylen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaften	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoren	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fenantren	0.020	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Antracen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoranten	0.067	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Pyren	0.051	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[a]antracen	0.027	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Krysen/Trifenylen	0.032	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[b]fluoranten	0.038	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[k]fluoranten	0.029	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[a]pyren	0.026	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.017	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Dibenzo[a,h]antracen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[ghi]perylen	0.021	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Sum PAH(16) EPA	0.33	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
PCB 7						
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 52	0.0028	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 101	0.0052	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 118	0.0052	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 138	0.0048	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 153	0.0036	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 180	0.00088	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
Sum 7 PCB	0.022	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
Tributyltinn (TBT)	11	µg/kg TS	40%	Intern metode	1	
b) Totalt organisk karbon (TOC)	3.6	% TS		EN 13137	0.1	
Total tørrstoff	52	%	12%	NS 4764	0.02	
a) Finstoff <2 µm (Leire)	3.8	% (w/w)		ISO 11277 mod	1	
a) Finstoff <63 µm	5.7	% (w/w)		ISO 11277 mod	1	

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)
 < :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2013-09020068	Prøvetakingsdato:	27.08.2013			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Gaute Salomonsen			
Prøvemerkning:	2	Analysestartdato:	02.09.2013			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Arsen (As)	5.1	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Bly (Pb)	26	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Kadmium (Cd)	0.100	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
Kobber (Cu)	12	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
Krom (Cr)	10	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
Kvikksølv (Hg)	0.032	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001	
Nikkel (Ni)	6.9	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1	
Sink (Zn)	56	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
PAH 16 EPA						
Naftalen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaftylene	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaften	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoren	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fenantren	0.025	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Antracen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoranten	0.078	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Pyren	0.065	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[a]antracen	0.052	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Krysen/Trifenylen	0.067	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[b]fluoranten	0.14	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[k]fluoranten	0.079	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[a]pyren	0.060	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.083	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Dibenzo[a,h]antracen	0.015	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[ghi]perylen	0.097	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Sum PAH(16) EPA	0.76	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
PCB 7						
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 52	0.00095	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 101	0.0015	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 118	0.00084	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 138	0.0014	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 153	0.0011	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 180	0.00057	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
Sum 7 PCB	0.0063	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
Tributyltinn (TBT)	14	µg/kg TS	40%	Intern metode	1	
b) Totalt organisk karbon (TOC)	4.5	% TS		EN 13137	0.1	
Total tørrstoff	48	%	12%	NS 4764	0.02	
a) Finstoff <2 µm (Leire)	4.7	% (w/w)		ISO 11277 mod	1	
a) Finstoff <63 µm	5.8	% (w/w)		ISO 11277 mod	1	

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)
 < :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2013-09020069	Prøvetakingsdato:	27.08.2013			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Gaute Salomonsen			
Prøvemerkning:	3	Analysestartdato:	02.09.2013			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Arsen (As)	3.4	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Bly (Pb)	15	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Kadmium (Cd)	0.041	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
Kobber (Cu)	7.1	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
Krom (Cr)	8.1	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
Kvikksølv (Hg)	0.030	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001	
Nikkel (Ni)	5.9	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1	
Sink (Zn)	39	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
PAH 16 EPA						
Naftalen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaftylene	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaften	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoren	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fenantren	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Antracen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoranten	0.025	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Pyren	0.022	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[a]antracen	0.017	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Krysen/Trifenylen	0.030	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[b]fluoranten	0.078	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[k]fluoranten	0.041	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[a]pyren	0.027	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.056	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Dibenzo[a,h]antracen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[ghi]perylen	0.059	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Sum PAH(16) EPA	0.36	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
PCB 7						
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 52	0.00051	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 101	0.00070	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 138	0.00084	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 153	0.00075	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
Sum 7 PCB	0.0028	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
Tributyltinn (TBT)	6.3	µg/kg TS	40%	Intern metode	1	
b) Totalt organisk karbon (TOC)	2.5	% TS		EN 13137	0.1	
Total tørrstoff	62	%	12%	NS 4764	0.02	
a) Finstoff <2 µm (Leire)	1.7	% (w/w)		ISO 11277 mod	1	
a) Finstoff <63 µm	5.8	% (w/w)		ISO 11277 mod	1	

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2013-09020070	Prøvetakingsdato:	27.08.2013			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Gaute Salomonsen			
Prøvemerkning:	4	Analysestartdato:	02.09.2013			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Arsen (As)	7.1	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Bly (Pb)	32	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Kadmium (Cd)	0.11	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
Kobber (Cu)	12	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
Krom (Cr)	14	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
Kvikksølv (Hg)	0.043	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001	
Nikkel (Ni)	9.2	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1	
Sink (Zn)	52	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
PAH 16 EPA						
Naftalen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaftylene	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaften	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoren	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fenantren	0.013	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Antracen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoranten	0.054	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Pyren	0.044	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[a]antracen	0.031	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Krysen/Trifenylen	0.051	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[b]fluoranten	0.16	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[k]fluoranten	0.096	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[a]pyren	0.057	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.11	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Dibenzo[a,h]antracen	0.020	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[ghi]perylen	0.14	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Sum PAH(16) EPA	0.78	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
PCB 7						
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 52	0.00086	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 101	0.0012	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 118	0.00063	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 138	0.0013	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 153	0.0012	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 180	0.00066	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
Sum 7 PCB	0.0058	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
Tributyltinn (TBT)	2.9	µg/kg TS	40%	Intern metode	1	
b) Totalt organisk karbon (TOC)	5	% TS		EN 13137	0.1	
Total tørrstoff	43	%	12%	NS 4764	0.02	
a) Finstoff <2 µm (Leire)	6	% (w/w)		ISO 11277 mod	1	
a) Finstoff <63 µm	8.6	% (w/w)		ISO 11277 mod	1	

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)
 < :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

- a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Jena), Löbstedter Strasse 78, D-07749, Jena
b) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

Moss 19.09.2013

Stig Tjomsland
ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

- (Ikke omfattet av akkrediteringen)
- < :Mindre enn, > :Større enn, nd :ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

5.5 VEDLEGG 5. FERGEN STRAND. TEKNISKE DATA



Strand

TYPE: Ferry

IMO NO: 8112638

CALL SIGN: LKVZ

FLAG: Norway Port of registry: Stavanger

MMSI no.: 257074700 [Vessel Tracker Position](#)

COMMUNICATION:

Mob phone 913 73 921

Mob phone 417 51 316 fax

Last update: 8/11/2012

[Other vessel picture\(s\)](#)

[Steering picture\(s\)](#)

©Photo: Ole Jonvik Origen | Published: 30.08.2012

Company	Name	Owner type	Nation
	Norled AS	Managing owner	Norway

Built	Year	Yard	Yard no.	Crno/Oppgr.
Hull material: Steel	1982	Siterkoder erV AS	94	
Hull Type	Description	Year	Month	Company
Double ended				

Class	Class	Description
	NSC	

Tonnages	GT	NT	MDWT
	1479	534	446

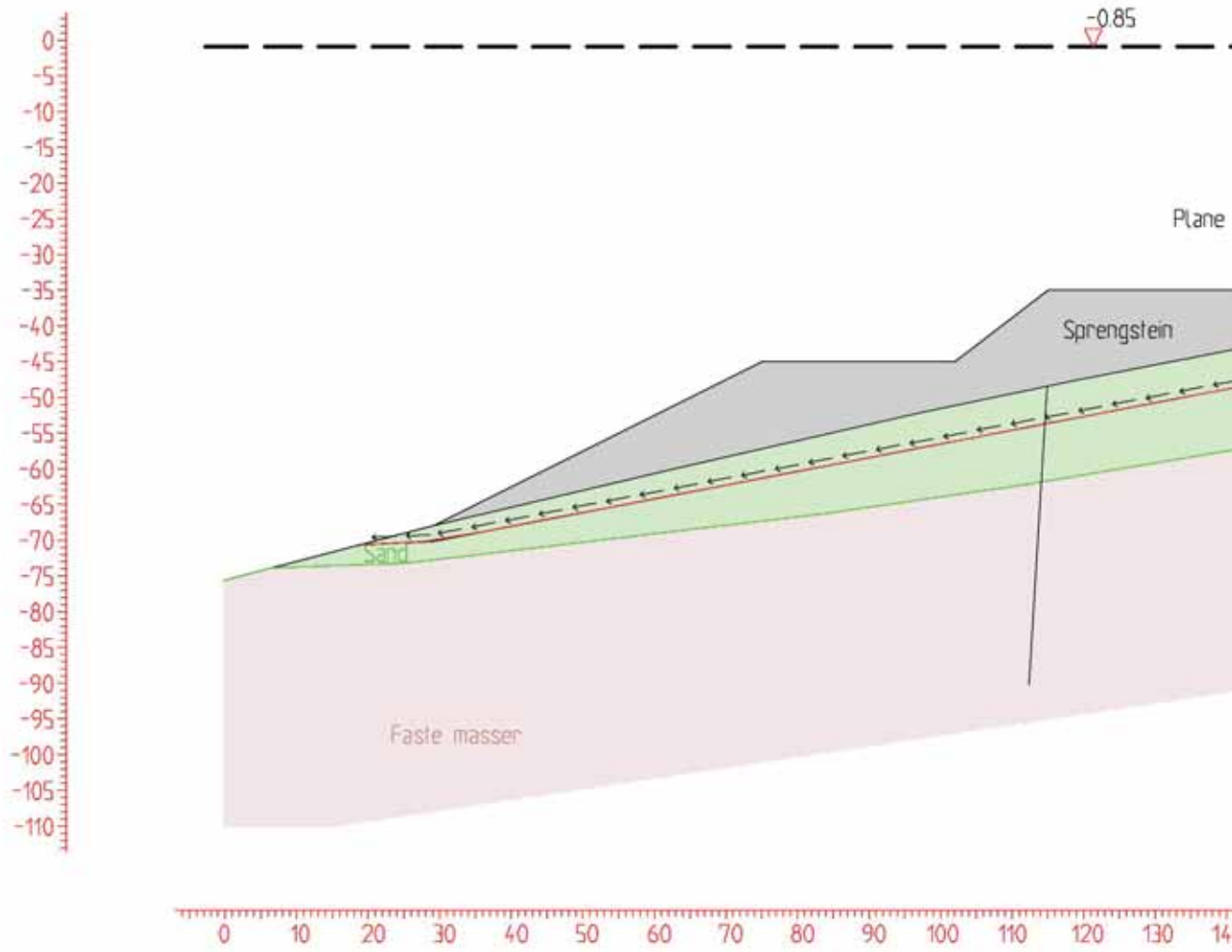
Dimensions	Main particulars	Meters	Feet	Description
	Length o.a.	74,66	244,95	
	Length p.p.	61,2		
	Breadth(mld)	13,7	44,95	
	Depth(mld)	4,53	14,86	
	Draught	3,59	11,76	

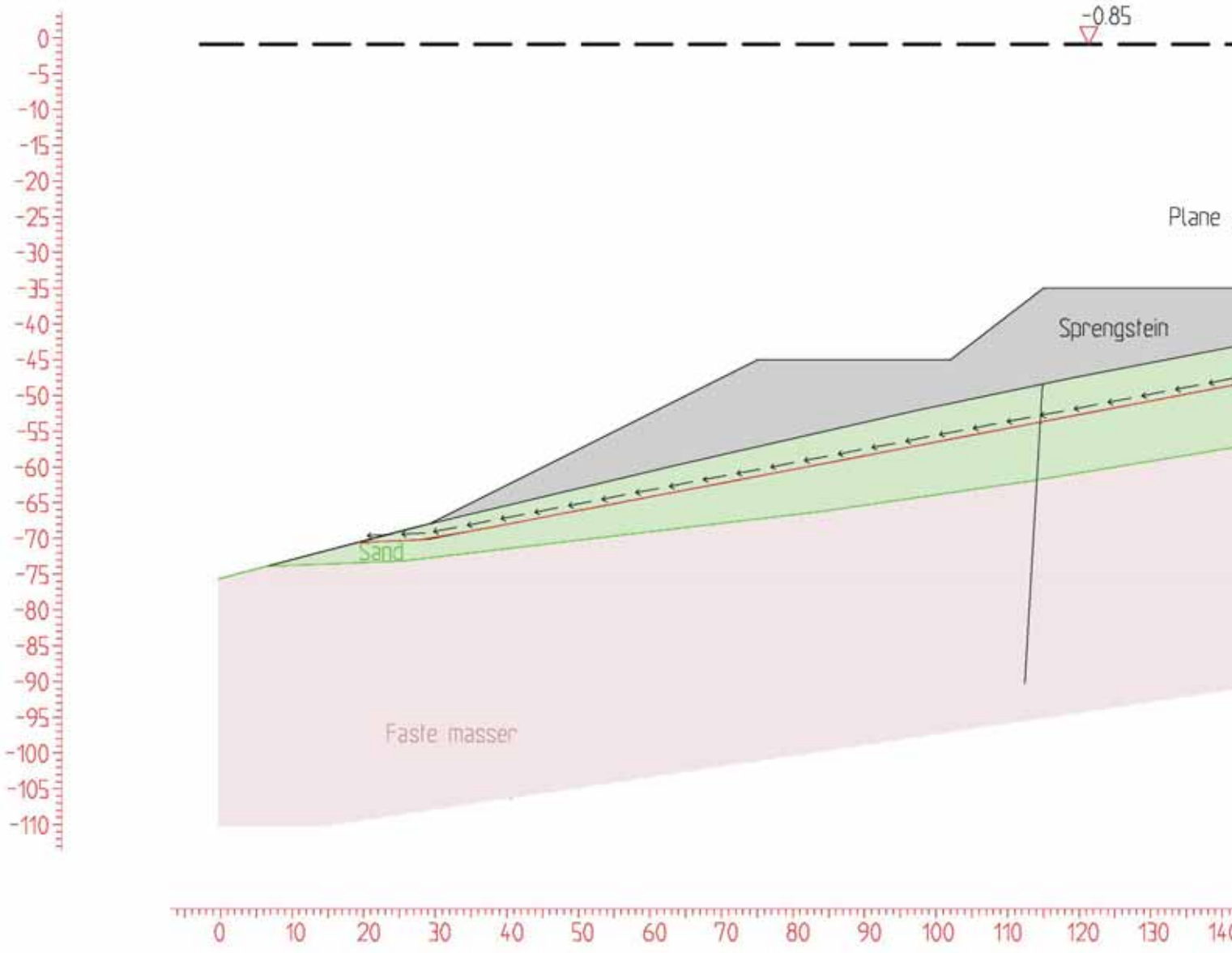
Engines	Total Bhp.	Total Kw.	Knots	Speed/Consumption			
	2035	1498	14	14 kn 7.5 l/dog			
Type	Make	No	BHP	KW	RPM	Year	Builder
Main	Wichmann TAXA	1	2035	1498	325	0	
Aux	Volvo Penta	2	173	127	1500	0	

Capacities	Type	Description	Measures	Description
Cargo capacity		Trailers	6	
		Passengers	422	
		Cars	64	
		Cl Dpt	4,5 m	
		Axle Load	13 t	
Vessel capacity		Diesel Oil	47 m3	
		Ballast	126,2 m3	
		Water	35 t	

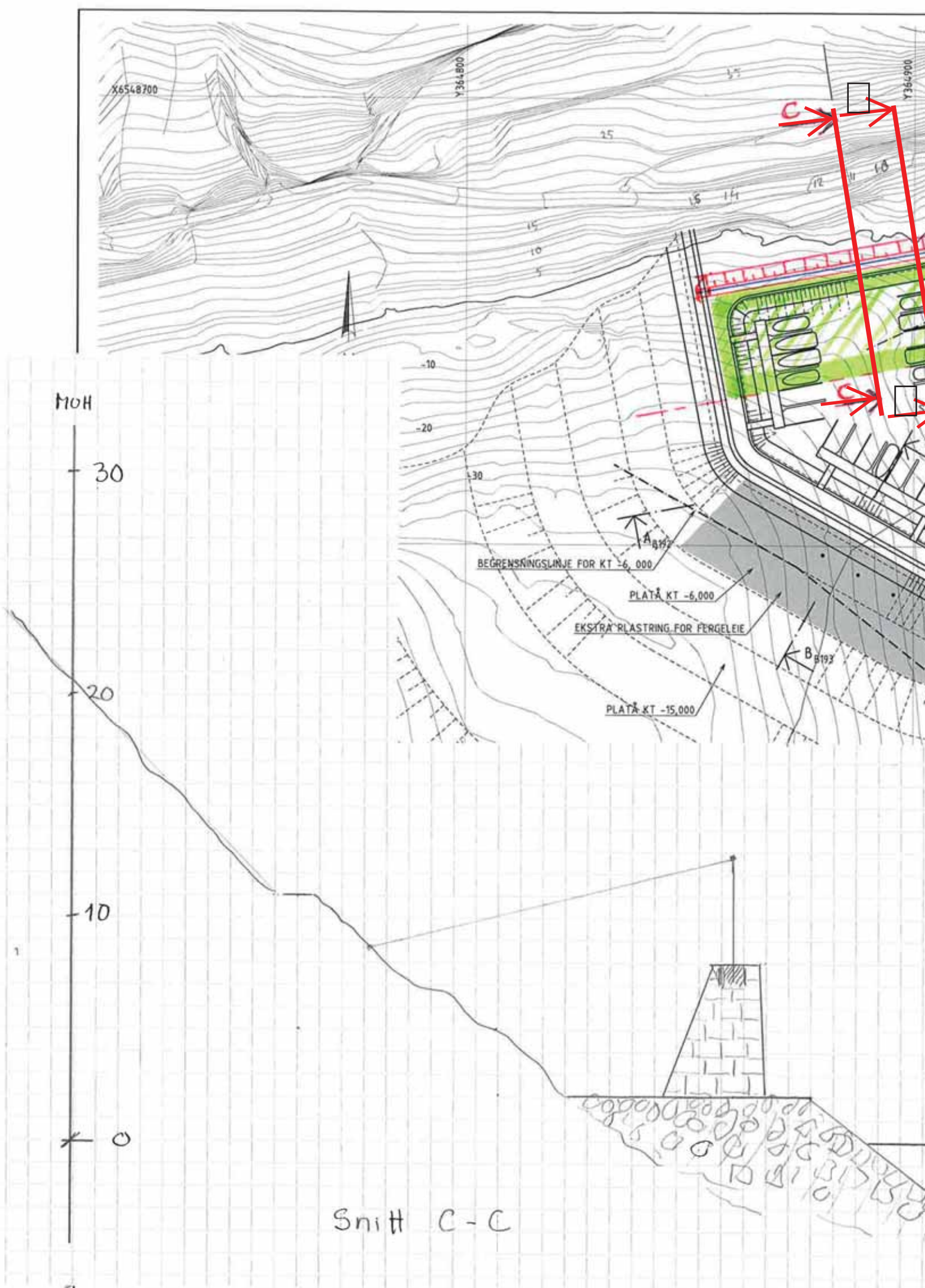
Equipment	Group	Type	Description	Make	Built Inst. Ren.
	Auxiliary equipment	Generator	2x 145 kVA	Siemens	
	Navigation	Radar	2	Robertson JMA-510	
	Propulsion	Propeller	2 cp 4 bl diam 2.2 m for/akter	Hølsel R63FF/180-KT220	
		Rudder	2 flap for/akter	Becker	
		Steering gear		Tanfjord	

5.6 STABILITETSBEREGNINGER, UTFYLLING FOR MOLO

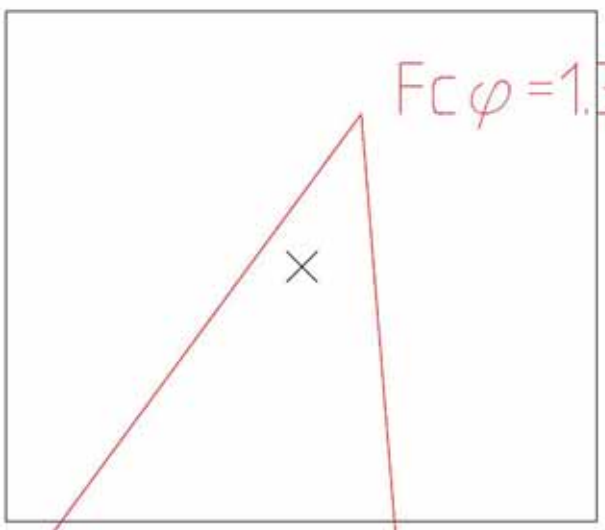




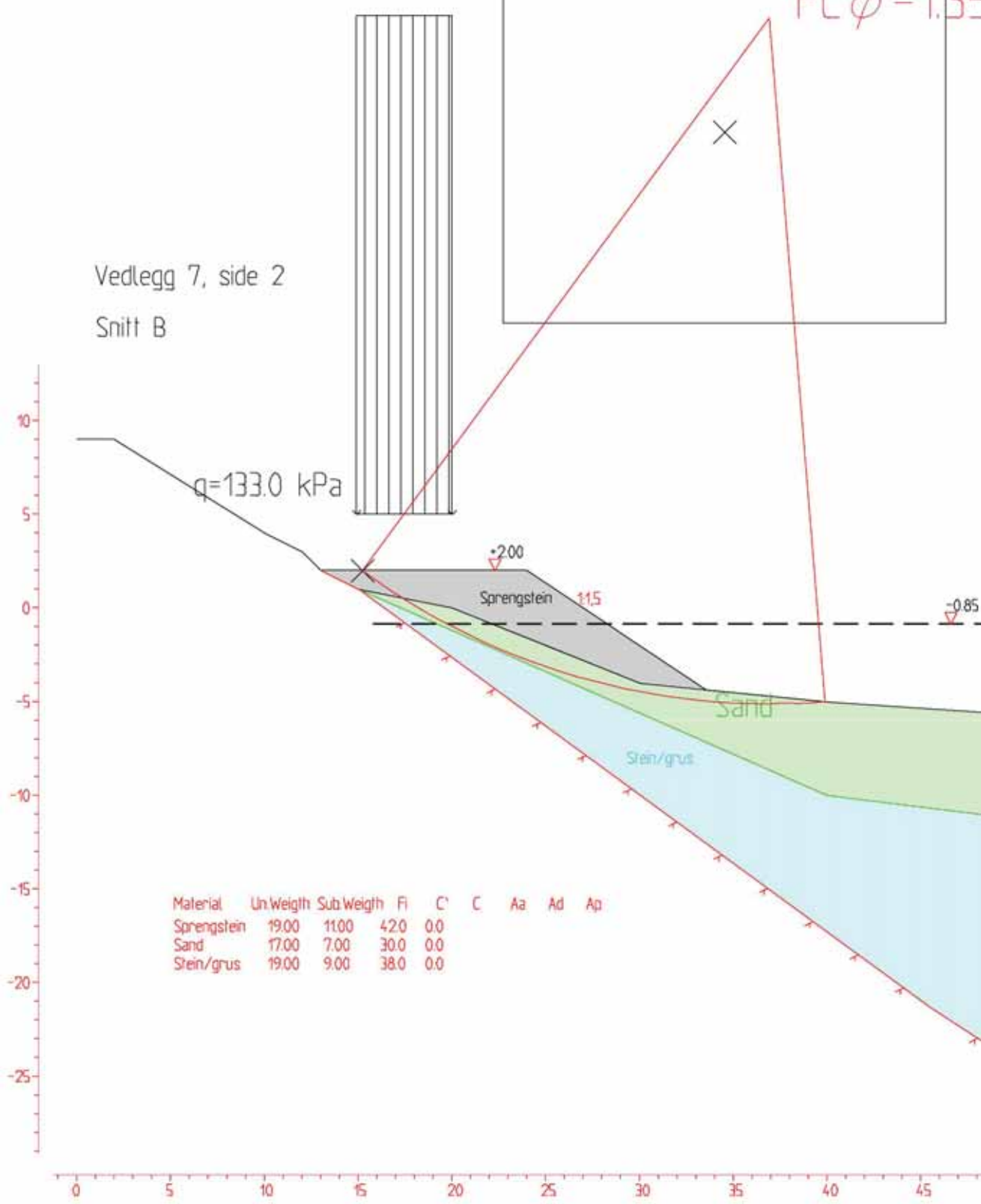
5.7 STABILITETSBEREGNINGER, FANGVOLL FOR SMÅBÅTHAVN



Search area (RPoints)

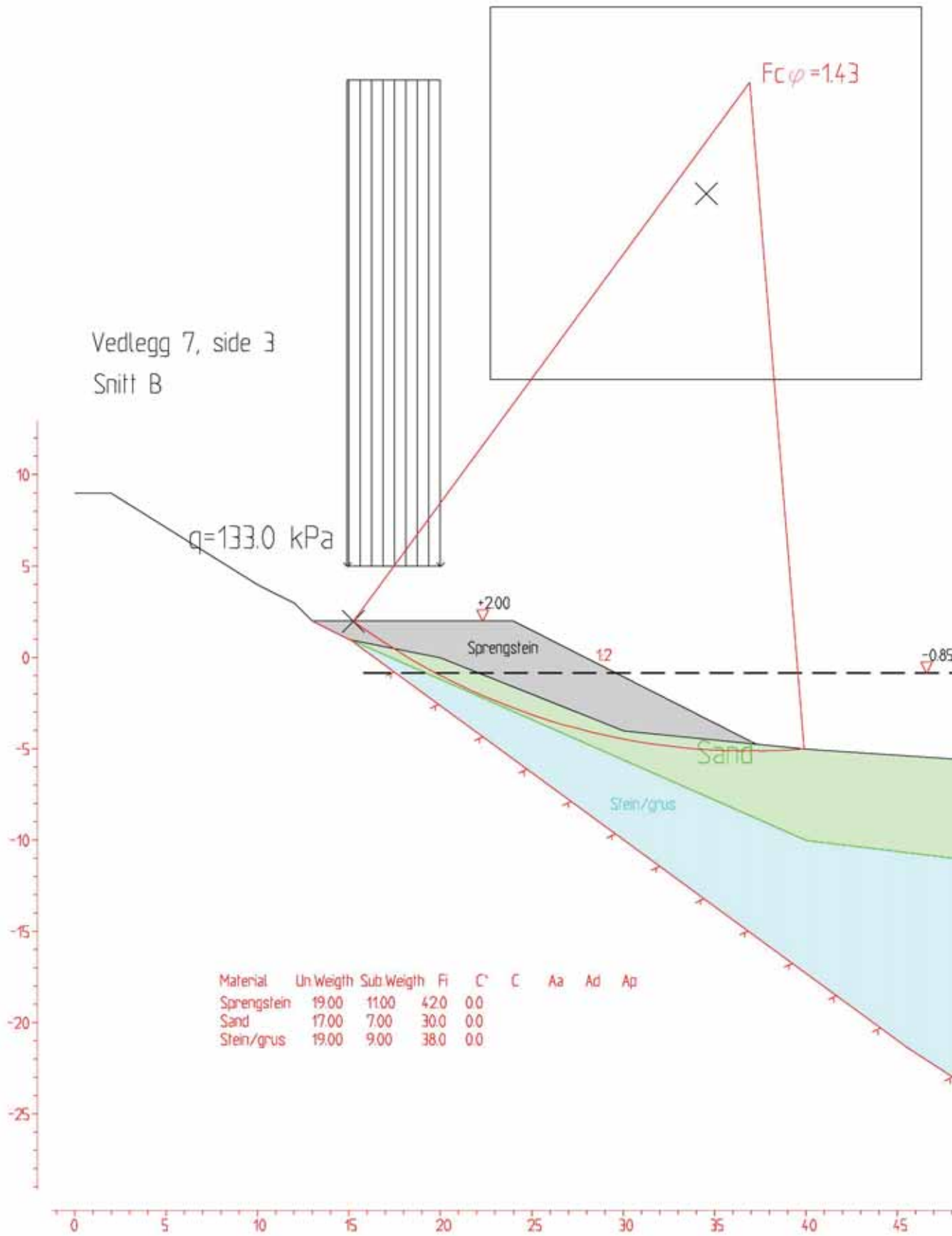


Vedlegg 7, side 2
Snitt B

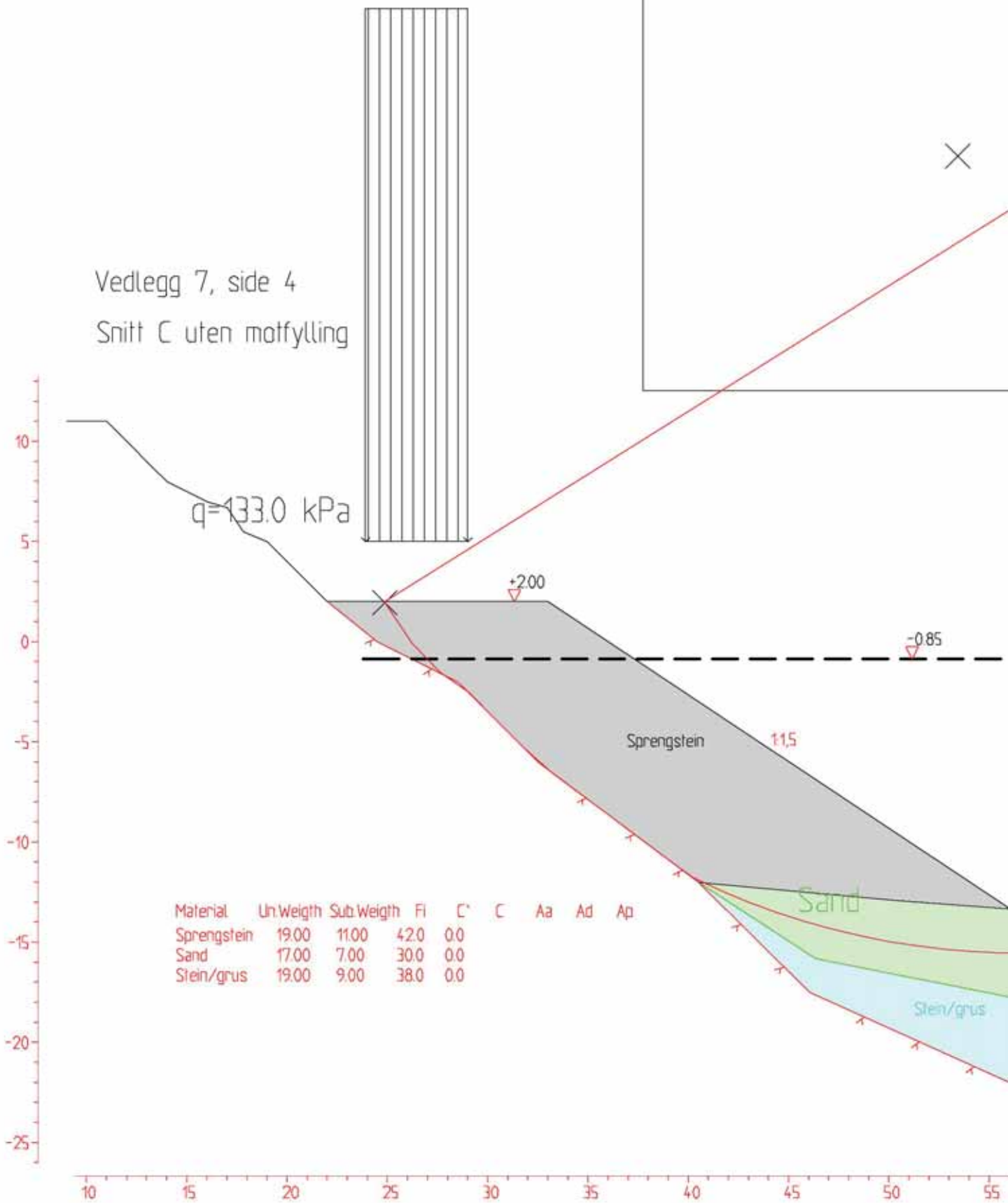


Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sprengstein	19.00	11.00	420	0.0				
Sand	17.00	7.00	30.0	0.0				
Stein/grus	19.00	9.00	38.0	0.0				

Search area (RPoints)



Vedlegg 7, side 4
 Snitt C uten motfylling



Material	Un. Weigth	Sub. Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sprengstein	19.00	11.00	42.0	0.0				
Sand	17.00	7.00	30.0	0.0				
Stein/grus	19.00	9.00	38.0	0.0				

Vedlegg 7, side 5
Snitt C med motfylling

